PROCEEDING BOOK

SELÇUK 11. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

KONYA
13 - 15 ARALIK 2024

SELÇUK
11. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ



SELCUK 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
DECEMBER 13 - 15, 2024
KONYA

ISBN: 978-625-5962-02-7

SELCUK 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
DECEMBER 13 - 15, 2024- KONYA

Edited By
ASSOC. PROF. DR. RUNGCHACADAPORN

CONFERENCE ORGANIZING BOARD
Head Of Conference: *Prof. Dr. Başak Hanedan*
Head of Organizing Board: *Dr Gültekin Gürçay*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Ali Bilgili*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Naile Bilgili*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Hülya Çiçek Kanbur*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Dwi SULISWORO*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Dody Hartando*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Raihan Yusoph*
Organizing Committee Member: *Prof. ZAIN MUSA*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Sameer Jain*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Yaqub Babayev*
Organizing Committee Member: *Prof. Dr. Həcər Hüseynova*
Organizing Committee Member: *Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti*
Organizing Committee Member: *Assoc. Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi*
Organizing Committee Member: *Assoc. Prof. Ivaylo Staykov*
Organizing Committee Member: *Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade*
Organizing Committee Member: *Assoc. Prof. DR. Rungchacadaporn –*
Organizing Committee Member: *Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari*
Organizing Committee Member: *Assoc. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərəfxanoğlu*
Organizing Committee Member: *Assist. Prof. Dr. Mahrux Dövlətzadə*
Organizing Committee Member: *Assist. Prof. Ihwan Ghazali*
Organizing Committee Member: *Lect. Mehmet Nuri Ödük*
Organizing Committee Member: *Assist. Prof. Dr. K. R. Padma*
Organizing Committee Member: *Dr. Öğr. Üyesi Naci Büyükkaracığan*
Organizing Committee Member: *Dr. Öğr. Üyesi Mehdi Meskini Heydarlou*
Organizing Committee Member: *Aynurə Əliyeva*
Organizing Committee Member: Dr. *Amaneh Manafidizaji*

All rights of this book belong to Academy Conferences Publishing House
Without permission can't be duplicate or copied.
Authors of chapters are responsibleboth ethically and juridically.
Academy Global–2024 ©

CONFERENCE ID

SELCUK 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE
DECEMBER 13 - 15, 2024- KONYA

ORGANIIZATION
ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS

EVALUATION PROCESS
All applications have undergone a double-blind peer review process.

PARTICIPATING COUNTRIES
Turkey – China – Colombia – Japan -Indonesia – Kenya – Eritrea – Iran – Kuwait- Lebanon – Guyana - Iraq – Brzil – Mexico- Iran- Cuba – Mongolia – Afghanistan - Tanzania - Democratic Republic of the Congo – Ethiopia - Libya – Egyp - South Sudan- Oman- Romania- Nigeria – Algeria- Nepal- South Africa- Bahrain- South Korea- – Uzbekistan- Yemen -Sudan - Chile- Tunisia - Pakistan – India – Bangladesh- Argentina- - Senegal – Nigeria - Russia -

PRESENTATION
Oral presentation

ASSOCIATION & ACADEMIC INCENTIVES :
In the conference 127 papers have been presented by Turkish participants and 153 papers by participants from other counteries

Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an "official assignment letter"

Issued: 25.12.2024
ISBN:978-625-5962-02-7

Scientific & Review Committee

Dr. Gulmira ABDİRASULOVA – Kazakhstan

Prof. Dr. Yunir ABDRAHIMOV – Russia

Doç. Dr. Nazilə Abdullazadə - Azerbaijan

Dr. Omid AFGHAN - Afghanistan

Prof. Dr. Ali BİLGİLİ - Turkiye

Prof. Dr. Naile BİLGİLİ - Turkiye

Prof. Dr. Başak HANEDAN - Turkiye

Prof. Dr. Asım KART - Turkiye

Dr. Öğretim Üyesi Büşra YARANOĞLU - Turkiye

Dr. Öğretim Üyesi İsmail Hakkı TEKINER - Turkiye

Doç. Dr. Şeyma ÇALIŞKAN ÇAVDAR - Turkiye

Dr. Maha Hamdan ALANAZİ - Saudi Arabia

Aynurə Əliyeva - Azerbaijan

Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV - Kazakhstan

Doç. Dr. Abdulsemet AYDIN – Turkiye

Doç. Dr. Nurhan AYDIN - Turkiye

Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN - Turkiye

Dr. Amina Salihi BAYERO – Nigeria

Prof. Dr. Ali BILGILI - Turkiye

Dr. Baurcan BOTAKARAEV - Kazakhstan

Doç. Dr. Seher DİRİCAN - Turkiye

Dr. Ahmad Sharif FAKHEER - Jordania

Doç. Dr. Abbas GHAFFARI – Iran

Dr. Gültekin GÜRÇAY - Turkiye

Dr. Ahmet GÜMÜŞ - Turkiye

Prof. Dr. Gulzar İBRAGİMOVA - Azerbaijan

Doç. Dr. Dilorom HAMROEVA - Ozbekstan

Dr. Dody HARTANTO - Indonesia

Dr. Cihandar HASANHANOĞLU – Turkiye

Dr. Mehdi Meskini HEYDALOU – Iran

Prof. Dr. Həcər Hüseynova - Azerbaijan

Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA - Kazakhstan

Dr. Keles Nurmaşulı JAYLIBAY - Kazakhstan

Dr. Mamatkuli JURAYEV – Ozbekistan

Dr. Kalemkas KALIBAEVA – Kazakhstan

Dr. Bouaraour KAMEL – Algeria

Prof. Dr. Hülya Çiçek KANBUR - Turkiye

Doç. Dr. Tüba KARAHİSAR - Turkiye

Doç Dr. Mehmet KAYA – Turkiye

Doç. Dr., İradə Kərimova - Azerbaijan

Prof. Dr. Emine KOCA – Turkiye

Prof. Dr. Fatma KOÇ - Turkiye

Doç. Dr. F. Gül KOÇSOY - Turkiye

Prof Dr. Bülent KURTİŞOĞLU - Turkiye

Doç Dr. Elif AKPINAR KÜLEKÇİ - Turkiye

Sonali MALHOTRA - India

Dr. Alia R. MASALİMOVA - Kazakhstan

Prof. Muntazir MEHDI - Pakistan

Dr. Amanbay MOLDIBAEV - Kazakhstan

Doç. Dr. Yaprak I. OZDEMIR - Turkiye

Assist. Prof. K. R. PADMA – India

Doç. Dr. Sevinc Sadıqova - Azerbaijan

Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ - Turkiye

Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Kazakhstan

Doç. Dr. Işık SEZEN - Turkiye

Doç. Dr. Könül Səmədova - Azerbaijan

DR. Bhumika SHARMA - India

Prof. Dr. Sibel SİLİCİ - Turkiye

Dr. Gulşat ŞUGAYEVA – Kazakhstan

Prof. Dr. Dwi SULISWORO – Indonesia

Assoc. prof. Ivaylo STAYKOV, Bulgaria

Doç. Dr. Mine GÖZÜBÜYÜK TAMER - Turkiye

Doç. Dr. Yeliz KINDAP TEPE - Turkiye

Dr. K.A. TLEUBERGENOVA - Kazakhstan

Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA – Kirgizia

Dr. Hoang Anh TUAN - Vietnam

Dr. Botagul TURGUNBAEVA - Kazakhstan

Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA - Kirgizia

Doç. Dr. Ali Korkut ULUDAĞ - Turkiye

Prof. Dr. Raihan YUSOPH -Philippines

Prof. Dr. Akbar VALADBIGI - Iran

Dr. Yang ZİTONG – China

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Veteriner Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-36643897-000-2300315795 05.10.2023
Konu : Görevlendirilme.

KLİNİK BİLİMLER BÖLÜMÜ BAŞKANLIĞINA

İlgi : 04.10.2023 tarihli ve E-36643897-000-2300313904 sayılı belge.

İlgide kayıtlı yazıda belirtildiği üzere, Bölümünüz Veterinerlik İç Hastalıkları Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Başak HANEDAN'ın, "Academy Global Conferences & Publishing tarafından önümüzdeki tarihlerde düzenlenecek olan uluslararası kongrelerde; kongre başkanı, kongre düzenleme ve bilim kurulu üyesi olarak görevlendirilmesi Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Yavuz Selim SAĞLAM
Dekan

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Doğrulama Kodu: c147f559-545f-45be-8400-8eec2b215b38 Doğrulama Adresi: https://www.turkiye.gov.tr/ataturk-universitesi-ebys

Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi 25240 Erzurum
Tel: +90 442 2317222
Elektronik Ağ: http://www.atauni.edu.tr/#!birim=veteriner-fakultesi
Kep Adresi: atauni@hs01.kep.tr
Bilgi: Derya FINDIK
Faks: +90 442 2317244
E-Posta: vetfak@atauni.edu.tr

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
NewART 4th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
December 13 - 15, 2024
KONYA

Kongre Bağlantı Linki :

Join Zoom Meeting

https://us06web.zoom.us/j/88571518350?pwd=fOYazCWBmbAiWrHygjKSjkbbSvotfd.1

Meeting ID: 885 7151 8350

Passcode: 202224



ÖNEMLİ AÇIKLAMA (Lütfen okuyunuz)

- ZOOM bağlantısı için yukarıda verilen bağlantıyı veya yine yukarıda verilen giriş bilgilerini kullanabilirsiniz.
- **Oturum içerisinde en KIDEMLİ olan moderator olarak seçilir. Moderatörün oturum düzenini gözetmesi, akademisyen adaylarını yönlendirmesi beklenmektedir.**
- Oturuma bağlanmadan önce Salon numaranızı adınızın önüne aşağıdaki gibi ekleyiniz. Bu sayede kongre açılışında beklemeden oturumlarınıza gönderilebileceksiniz. Ör. 5 Ahmet Ahmetoglu
- **Sunum süresi 10 dakikadır.** Bu sürenin aşılmamasını moderatörler temin edecektir.
- Sunum sonrası 5 dakikayı geçmeyen soru-cevap, tartışma süresi verilmektedir.
- **Çalışmada adı geçen yazarlardan başka birisi sunum yapamaz.**
- Sunumlar TÜRKÇE veya İNGİLİZCE yapılabilmektedir.
- **Kameralar, oturum süresince toplam % 70 oranında açık olmak zorundadır.**
- **Sunum yapan katılımcının kamerası açık olmak zorundadır.**
- Sunum yapmak zorunludur. **Herhangi bir nedenle sunum yapmamış olan katılımcıya sertifika verilmesi ve çalışmasının yayınlanması sözkonusu olamaz.**
- Katılımcı, kendi oturumda, oturum bitene kadar bulunmak zorundadır.
- Katılımcıların kendi oturumları dışındaki oturumlara katılma zorunluluğu yoktur.
- ZOOM platformunun kapasite sınırı nedeniyle, DİNLEYİCİ, sadece kapasite izin verdiği sürece kabul edilebilmektedir.

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- To be able to make a meeting online, login via https://zoom.us/join site, enter ID instead of “Meeting ID
- or Personal Link Name” and solidify the session.
- The Zoom application is free and no need to create an account.
- The Zoom application can be used without registration.
- The application works on tablets, phones and PCs.
- Speakers must be connected to the session **10 minutes before** the presentation time.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- During the session, your camera should be turned on **at least %70** of session period
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

TECHNICAL INFORMATION

- Make sure your computer has a microphone and is working.
- You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.
- Before you login to Zoom please indicate your name surname and hall number,

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / Dec 13, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Doç. Dr., ESRA TARHAN**	1	ADANA HALK KÜLTÜRÜNDE DEPREMLE İLGİLİ İNANIŞ VE UYGULAMALAR	Doç. Dr., ESRA TARHAN
		2	COMPILE STUDIES CARRIED OUT IN OUR COUNTRY AND A REVIEW ON THE MUSICAL PRACTICES OF THE FOLK COMMUNITY LIVING IN AFYONKARAHİSAR ÇAY DISTRICT AND TURKISH FOLK MUSIC ORAL TUNES	EKREM RESUL YAMAN
		3	ANTAKYA AYHAN ACEMOĞLU HOUSE	Öğr. Gör. Mehmet PINAR
		4	VAKIFLI VILLAGE GUEST HOUSE	Öğr. Gör. Mehmet PINAR
		5	THE LIFE OF OTTOMAN ASTRONOMER MİRİM ÇELEBİ AND HIS WORKS WRİTTEN IN THE FIELD OF ASTRONOMY	Doç. Dr. Seyfettin KAYA
		6	IBN KAMMAD WHO ANDALUSIAN ASTRONOMER AND HIS WORKS IN THE FIELD OF ASTRONOMY	Doç. Dr. Seyfettin KAYA
		7	ABBÂSİLERDE BİR TÜRK VEZİR UBEYDULLAH B. YAHYÂ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Rafiye SANLAV
		8	Gelenekçi Islahat Düşüncesinin Son Temsilcilerinden: Defterdar Mehmed Paşa	Yüksek Lisans Öğrencisi, Rukiye ÇEKİÇ
		9	ŞUÛBİYE HAREKETİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Hasan Ekinci
		10	LAZ ENSTİTÜSÜ'NÜN LAZ TOPLULUĞU KÜLTÜREL BELLEĞİ OLUŞTURMAYA YÖNELİK FAALİYETLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	Yüksek Lisans Öğrencisi CENKHAN KAHRAMAN Doç. Dr. SEVİM KOÇER

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / Dec 13, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş**	1	ACCREDITATION IN FOREIGN LANGUAGE EDUCATION: A COMPARATIVE STUDY OF QUALITY ASSURANCE AGENCIES IN HIGHER EDUCATION	Dr. Okan DEDE Asst. Prof. Dr. Mustafa POLAT
		2	A BIOMETRIC ANALYSIS ON HIDDEN CURRICULUM RESEARCH	Dr. Okan DEDE Asst. Prof. Dr. Mustafa POLAT
		3	PHRASAL VERBS EXPRESSING THE CONCEPT OF FAMILY IN FRENCH AND THEIR CLASSIFICATION	MAHARRAMOVA GUNAY ISMAYIL KIZI
		4	FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARI GERİ DÖNÜŞÜM SEMBOLLERİNİ TANIYOR MU?	Kübra YILDIRIM Dr. Öğr. Üyesi, Fehime Sevil YALÇIN
		5	ASSESSMENT OF TURKISH LANGUAGE TEACHER CANDIDATES' RATIONAL AND INTUITIVE DECISION MAKING STYLES	Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş
		6	TRENDS OF GRADUATE STUDIES ON INTUITIVE THINKING IN THE FIELD OF EDUCATION IN TURKEY	Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş
		7	THE MEDIATING ROLE OF SELF-REGULATION IN THE RELATIONSHIP BETWEEN PARENTAL ATTITUDE AND LOCUS OF CONTROL WITH ACADEMIC MOTIVATION	Prof. Dr. Ramin ALİYEV Dr. Şeyma MIZRAK
		8	THE ROLE OF SCHOOL ATTACHMENT AND ACADEMİC GRİT IN PREDİCTİON OF COMPUTER GAME ADDİCTİON	Dr. Şeyma MIZRAK

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / Dec 13, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Doç. Dr. Ebru İfakat ÖZCAN**	1	DETERMINATION OF SOME NUTRITIONAL ELEMENT CONCENTRATIONS OF *Arum maculatum* PLANT COLLECTED FROM NATURE IN THE ADANA REGION	Assist. Prof. Dr. Handan SARAC Assoc. Prof. Dr. Ahmet DEMIRBAS
		2	SOME NUTRITIONAL ELEMENT CONCENTRATIONS OF THE PURPLE DEAD-NETTLE (*Lamium purpureum L.*) PLANT COLLECTED FROM NATURE	Assist. Prof. Dr. Handan SARAC Assoc. Prof. Dr. Ahmet DEMIRBAS
		3	LENGTH-WEIGHT AND LENGTH-LENGTH RELATIONSHIPS OF HORSE MACKEREL (TRACHURUS MEDITERRANEUS STEINDACHNER, 1868) SAMPLED FROM TÜRKİYE SEAS	Assoc. Prof. Dr., MELEK ÖZPİÇAK Asst. Prof., SEMRA SAYGIN Prof. Dr., SAVAŞ YILMAZ
		4	Biological Approaches to Managing Damping-Off Diseases in Vegetables	Yüksek Lisans Öğrencisi Melek KAPCI Prof. Dr. Nuh BOYRAZ
		5	THE ROLE of ARBUSCULAR MYCORRHİZAL FUNGİ (AMF) in THE CONTROL of PLANT FUNGAL DİSEASES	Araştırma Görevlisi FATMA IŞIK Prof. Dr. NUH BOYRAZ
		6	KLİNİK ÖRNEKLERDEN İZOLE EDİLEN *CANDİDA* SUŞLARININ BİYOFİLM OLUŞTURMA ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE *CANDİDA ALBİCANS* SUŞLARININ MOLEKÜLER GENOTİP-SUBTİP ANALİZİ	Dr. Öğr. Üyesi, SABİHA ŞENSÖZ Doç. Dr., DJURSUN KARASARTOVA Dr. Öğr. Üyesi, GÖNÜL ARSLAN AKVERAN Uzman Dr., NEZAHAT KOŞAR Doç. Dr., AYŞE SEMRA GÜRESER Prof. Dr., AYŞEGÜL TAYLAN ÖZKAN
		7	LENGTH-WEIGHT AND LENGTH-LENGTH RELATIONSHIPS OF *Alburnus sellal Heckel*, 1843 IN DİNAR STREAM (TUNCELİ)	Doç. Dr. Ebru İfakat ÖZCAN Doç. Dr. Osman SERDAR
		8	DETERMINATION OF MORPHOMETRIC AND MERISTIC CHARACTERISTICS OF *Alburnus sellal Heckel*, 1843 IN DİNAR STREAM	Doç. Dr. Osman SERDAR Doç. Dr. Ebru İfakat ÖZCAN

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / Dec 13, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Dr. Öğr. Üyesi İNCİ GÜLER GÜNEY**	1	İSTANBUL İLİ ANADOLU YAKASI ÖRTÜ ALTI SEBZE ÜRETİCİLERİNİN BİTKİ KORUMA UYGULAMALARINDAKİ DAVRANIŞLARI VE BİLGİ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ	Muhittin ÖZKAN Prof. Dr. Nuh BOYRAZ
		2	THE IMPACT OF SHEEP WOOL MANURE APPLICATION'S ON SOME ENZYME ACTIVITIES AND CHEMICAL PROPERTIES OF CALCAREOUS SOILS	MASTER'S STUDENT Ömer Faruk ÖZTÜRK PHD STUDENT Fırat UZUN PHD STUDENT Mahmoud NAZZAL PROF. DR. Ummahan ÇETİN KARACA
		3	KENTLERDE DİKEY TARIM VE DİKEY TARIMA UYGUN SEBZELER	Yüksek Lisans Öğrencisi, ECEM SULTAN GÜRLER Doç. Dr. SEVİNÇ BAŞAY
		4	KONYA İLİ SEYDİŞEHİR İLÇESİ ŞEKERPANCARI EKİM ALANLARINDA VERİM VE KALİTEYİ ETKİLEYEN FUNGAL HASTALIKLAR	Hasan HARMANCI Prof. Dr. Nuh BOYRAZ
		5	Characterization of *Pseudomonas* spp. isolates isolated from wheat and determination of their antagonistic activities against *F.pseudograminearum, F.graminearum and Bipolaris sorakiniana* pathogens	Dr. Öğr. Üyesi İNCİ GÜLER GÜNEY

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / Dec 13, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Prof. Dr. Kinyas POLAT Prof. Dr. Selahattin BARDAK**	1	EVALUATION OF THE EFFECT OF TECHNOLOGY ADDICTION ON FAMILY LIFE WITH COLLABORATION ANALYSIS	Prof. Dr. Kinyas POLAT Prof. Dr. Selahattin BARDAK
		2	GÖĞÜS RÖNTGENİ GÖRÜNTÜLERİNDEN AKCİĞER ENFEKSİYONLARININ RESNET-152 DERİN ÖĞRENME MODELİ İLE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ	Prof. Dr. Kinyas POLAT Prof. Dr. Selahattin BARDAK
		3	EVALUATION OF THE EFFECT OF SMART PHONE USE ON ACADEMIC SUCCESS WITH FP-GROWTH ANALYSIS	Prof. Dr. Selahattin BARDAK Prof. Dr. Kinyas POLAT
		4	PREDICTION OF OFFICE DESK PREFERENCES OF TURKISH CONSUMERS WITH DECISION TREE MODEL	Prof. Dr. Selahattin BARDAK Prof. Dr. Kinyas POLAT
		5	ESP32 BASED WI-FI, BLUETOOTH AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE SUPPORTED RENEWABLE SMART HOME SYSTEM DESIGN AND IMPLEMENTATION	Öğr. Gör. Dr., Beytullah BOZALİ Lisans Öğrenci, Timur ÇAKMAK Lisans Öğrenci, Semih KARAKAŞ
		6	BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI İLE TEHDİT DEĞERLENDİRMESİ VE SİLAH ATAMA PROBLEMİ	İSMAİL CIRRIK Dr. Öğr. Üyesi SAİT CAN YÜCEBAŞ
		7	GEOMETRIC OPTIMIZATION OF PLATE-FIN MANIFOLDS USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY	Assistant Prof. Dr. Erkan Caner OZKAT
		8	INNOVATIVE MACHINE LEARNING APPROACHES FOR ENHANCED DIABETES RISK PREDICTION USING NHANES DATA	ZEHRA BAYRAK DR. İSMAİL YENİLMEZ
		9	ENHANCING EXPLAINABILITY IN MACHİNE LEARNING MODELS: ADDRESSING THE RASHOMON EFFECT WITH SHAP AND LORE	HÜSEYİN DURMAZ MERTHAN DOĞAN, DR. İSMAİL YENİLMEZ

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / Dec 13, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Doç. Dr. AHMET BORA KIRKLIKÇI**	1	DOĞANIN İZİNDE: KENTSEL DONATILARDA DOĞADAN İLHAM ALMA	Sena ŞENGÜL Doç. Dr. Elvan ENDER ALTAY
		2	ORMAN ÜRÜNLERİ SEKTÖRÜNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR ÇEVRE GELİŞTİRMEYE YÖNELİK YEŞİL ÜRETİM UYGULAMALARI	Doç. Dr. AHMET BORA KIRKLIKÇI
		3	Detection of deforestation in the Black Sea Region between the years 2020-2021 using Sentinel-2A satellite imagery and Machine Learning (ML)	Research Assistant Dr., TUNAHAN ÇINAR Associate Professor Dr. , YILMAZ TÜRK
		4	Investigation of Forestry Activities in Protected Areas	Research Assistant Dr., TUNAHAN ÇINAR Associate Professor Dr. , YILMAZ TÜRK
		5	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS ON WOOD RESTORATION	Mehmet Nuri YILDIRIM Süleyman ÖZCAN
		6	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS ON FURNITURE ERGONOMICS	Mehmet Nuri YILDIRIM Süleyman ÖZCAN

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / Dec 13, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Öğr. Gör. Dr., ERHAN ÖZTÜRK Doç. Dr., ZEYNEP ŞİLAN TURHAN**	1	GREEN SOLVENTS USED IN MICROEXTRACTION TECHNIQUES	Arş. Gör. Seçkin FESLİYAN Prof. Dr. Adil ELİK Prof. Dr. Nail ALTUNAY
		2	HYDROPHOBIC DEEP EUTECTIC SOLVENTS AND THEIR USE IN HEAVY METAL DETERMINATION	Arş. Gör. Seçkin FESLİYAN Prof. Dr. Adil ELİK Prof. Dr. Nail ALTUNAY
		3	1,2,4-TRİAZOL TÜREVLERİNİN ANTİBAKTERİYEL AJAN OLARAK MOLEKÜLER DOKİNG ÇALIŞMASI	Öğr. Gör. Dr., YASEMİN KEŞKEK KARABULUT Öğr. Gör. Dr., ERHAN ÖZTÜRK Doç. Dr., ZEYNEP ŞİLAN TURHAN
		4	BAZI 1,2,4-TRİAZOL TÜREVLERİNİN ANTİBAKTERİYEL AKTİVİTELERİNİN KUANTUM KİMYASAL HESAPLAMALARI	Öğr. Gör. Dr., ERHAN ÖZTÜRK Öğr. Gör. Dr., YASEMİN KEŞKEK KARABULUT Doç. Dr., ZEYNEP ŞİLAN TURHAN
		5	INVESTIGATION OF BIOSORPTION OF ACID VIOLET 90 TEXTILE DYE WITH PENCILLIUM FUNICULOSUM MOLD	Yüksek Lisans Öğr. Nursena DEMİR Dr. Öğr. Üyesi Semra YILMAZER KESKİN Doç.Dr. Can Serkan KESKİN Prof. Dr. Ayşe AVCI Prof. Dr. Kudret YILDIRIM
		6	DETERMINATION OF THE POTENTIAL OF CERTAIN BORON COMPOUNDS IN THE PHOTOCATALYTIC REMOVAL OF METHYLENE BLUE	Prof. Dr. İbrahim TEĞİN Arş. Gör Kudret AKŞİT Dr. Öğretim Görevlisi Gurbet CANPOLAT Doç. Dr. Erdal YABALAK
		7	COMPARING BIOCHEMICAL ANALYSES OF COVID-19 PATIENTS WITH HEALTHY INDIVIDUALS	Mehmet Nuri GÜLSÜN Prof. Dr. İbrahim TEĞİN Assoc. Prof. Dr. Erdal YABALAK

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
December 13 - 15, 2024
KONYA
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

13 Aralık / Dec 13, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Prof. Dr. Canan Nakiboğlu Prof. Dr. Nuri Nakiboğlu**	1	ÖĞRETMEN ADAYLARININ KÜLTÜREL ZEKÂ DÜZEYLERİ	Doç. Dr. Fatıma Firdevs ADAM Doç Dr. Aysel ARSLAN Dr. Öğr. Üyesi Mehtap ÇİFÇİ
		2	ÖĞRETMEN ADAYLARININ KÜRESEL VATANDAŞLIK YETERLİKLERİ	Dr. Öğr. Üyesi Mehtap ÇİFÇİ Doç Dr. Aysel ARSLAN Doç. Dr. Fatıma Firdevs ADAM
		3	MATEMATİK ETKİNLİKLERİNİN SEÇİM VE DEĞERLENDİRME SÜREÇLERİ: ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ	AYŞEGÜL KILIÇ ODUNCU DR. GÜLAY AGAÇ DR. MEHMET GÜZEL
		4		
		5	SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA İÇİN EĞİTİMİN TÜRKİYE VE ALMANYA BAĞLAMINDA KARŞILAŞTIRILMASI	DİDEM TEKİN Prof. Dr. BELGİN ARSLAN CANSEVER Prof. Dr. PINAR ÇAVAŞ
		6	Türkiye ve Hollanda'da Öğretmenlerin Meslekten Ayrılma Nedenlerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi	ÖZLEM AYKAR Prof. Dr. BELGİN ARSLAN CANSEVER
		7	INVESTIGATION OF CHEMISTRY TEACHING STUDENTS' CONCEPTIONS TOWARDS SOIL POLLUTION	Prof. Dr. Canan Nakiboğlu Prof. Dr. Nuri Nakiboğlu
		8	CHEMISTRY TEACHING AND CHEMISTRY DEPARTMENT STUDENTS' PERCEPTIONS ABOUT GREEN CHEMISTRY AND THEIR THOUGHTS ABOUT ITS IMPORTANCE	Prof. Dr. Canan Nakiboğlu Prof. Dr. Nuri Nakiboğlu

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

13 Aralık / December 13, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	Assoc. Prof. Dr. Min Zhang	1	A THEORETICAL FRAMEWORK FOR MODELING CORE CONSCIOUSNESS FUNCTIONS IN AI	Prof. Dr. Sarah Lindholm
		2	LIFE MEANINGFULNESS AND PSYCHOSOCIAL FACTORS: A STUDY OF ADDICTION RECOVERY IN MALAYSIA	Dr. Aina Zulkifli Dr. Rahimah Kadir
		3	ENHANCING FAIRNESS IN INCENTIVE SYSTEMS: INSIGHTS FROM THAILAND'S PUBLIC SECTOR	Dr. Supaporn Charoensri
		4	MEMORY DYNAMICS AND GENDER VARIATIONS IN EPISODIC RECALL	Dr. Clara Soriano Dr. Matilde Peralta
		5	CULTURAL ADAPTATION AND ANXIETY AMONG INTERNATIONAL STUDENTS IN BEIJING UNIVERSITIES	Dr. Ali Hamid Assoc. Prof. Dr. Min Zhang
		6	TREATMENT OR RE-VICTIMIZING THE VICTIMS: A CLINICAL APPROACH TO BORDERLINE PERSONALITY DISORDER	Assi.s. Prof. Dr. Maria Ivanova Dr. Luka Petrov
		7	THE STORY OF MERGERS AND ACQUISITIONS: UNDERSTANDING THE UNCERTAINTY OF ORGANIZATIONAL CHANGE THROUGH NARRATIVE THEORY	PHD sudent Naomi Ahmed Dr. Ahmed El-Tayeb
		8	A NEW MEASURE OF HERDING BEHAVIOR: DERIVATION AND IMPLICATIONS IN FINANCIAL MARKETS	Dr. Zeynep Yılmaz Dr. Burak Koca
		9	ANALYSIS OF DRIVING CONDITIONS AND PREFERRED MEDIA ON DIVERSION IN TRAFFIC	Ji-Won Kim Min-Ji Lee

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

13 Aralık / December 13, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Prof. Dr. Noor Fatimah**	1	POSITION OF THE CONSTITUTIONAL COURT OF THE RUSSIAN FEDERATION ON THE MATTER OF RESTRICTING CONSTITUTIONAL RIGHTS OF CITIZENS CONCERNING BANKING SECRECY	Dr. Aleksandra Ivanova Elena Popova
		2	THE IMPACT OF INDIGENOUS RIGHTS RECOGNITION IN MALAYSIA	Dr. Ahmad Shahrir Norazlan Ibrahim
		3	THE EMERGING NEED FOR INTERNATIONAL SPACE LAW IN GLOBAL SPACE EXPLORATION	Assoc. Prof. Dr. Dr. Sun Lan
		4	THE EVOLUTION OF HUMAN RIGHTS IN THE CONTEXT OF ARMED CONFLICTS	Dr. Ahmed Fawzi
		5	CHALLENGES IN FORENSIC IDENTIFICATION OF BIOLOGICAL STAIN TRACES IN CRIMINAL INVESTIGATIONS	Askar Zhanbektov
		6	IMPROVING DIGITAL EVIDENCE COLLECTION PROCEDURES IN CYBERCRIME INVESTIGATIONS	Dr. Carla Mendes
		7	REDEFINING GENDER EQUALITY THROUGH ISLAMIC CONTEXTUALISM	Prof. Dr. Noor Fatimah
		8	THE IMPACT OF MODERN FEMINISM ON CONTEMPORARY ARAB LITERATURE	Rania Al-Fayed, Amal Al-Jabari, Omar Nasser

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

13 Aralık / December 13, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Assis. Prof. Dr. Fiona Murphy**	1	THE ROLE OF INTERNATIONAL PARLIAMENTARY ORGANIZATIONS IN PROMOTING HUMAN RIGHTS IN EUROPE	Sophia Ilyina, Nikolai Pavlov, Ivana Kovač
		2	THE POLITICAL IMPACT OF EISENHOWER'S FINAL SPEECH ON AMERICAN FOREIGN POLICY	Michael Peterson, Jessica Holmes, William Turner
		3	HUMAN SECURITY STRATEGIES IN CONFLICT ZONES: A STUDY OF THE SYRIAN CRISIS	Fatima Al-Sayed, Khalil Jamil, Nour El-Kadi
		4	RECONCEPTUALIZING CREDIBILITY IN THE AGE OF NEW MEDIA: A THEORETICAL APPROACH	Ahmed Al-Mansoori, Laila Faris, Dr. Youssef Al-Hashimi
		5	RECLAIMING NATIONAL HERITAGE: THE ROLE OF LITERATURE IN FOSTERING IRISH IDENTITY THROUGH THE WORKS OF YEATS AND HEANEY	James O'Connor, Sarah McDermott, Assis. Prof. Dr. Fiona Murphy
		6	DISASTER TOURISM AND THE ETHICS OF EXPERIENCE: UNDERSTANDING THE DARK SIDE OF TOURISM IN THE WAKE OF NATURAL CATASTROPHES	Katarzyna Nowak, Michal Pawlak, Ewa Jankowska
		7	DEMOCRATIZATION AND ECONOMIC LIBERALIZATION: VESTED INTERESTS AND ANTI-CORRUPTION CHALLENGES IN POST-AUTHORITARIAN INDONESIA	Dewi Anindita, Rudi Santosa, Andrianto Susanto
		8	CREATIVE SPACE DESIGN THROUGH DECONSTRUCTIVIST PRINCIPLES	Assis. Prof. Dr. Layla Rezaei Assoc. Prof. Dr. Ali Khorshidi
		9	IDENTITY AND RECONCILIATION IN POST-CONFLICT SOCIETIES	Dr. Elena Papadopoulos Assoc. Prof. Dr. Hasan Uğurlu
		10		

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES Dec 13 - 15, 2024 – Konya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / December 13, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Assis .Prof. Dr. Mohamed Rasheed**	1	RESOURCE MOBILIZATION FOR EMPOWERING DISABLED INDIVIDUALS IN SOUTH KOREA	Dr. Minji Park Dr. Hyunwoo Kim
		2	WATER RESOURCE MANAGEMENT IN TOURISM-DEPENDENT ISLANDS	Assis .Prof. Dr. Mohamed Rasheed Dr. Zara Ibrahim
		3	REDEFINING REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES: WOMEN'S AGENCY AND SOCIAL IMPACT IN NEW DELHI	Nisha Kapoor
		4	REFORMING LEGAL POWER: ADDRESSING ABUSE AND PROMOTING JUSTICE	Abdulrahman Bello
		5	URBAN POVERTY AND THE SOCIAL FABRIC: A STRUCTURAL ANALYSIS	Jürgen Müller
		6	CULTURAL DIMENSIONS IN TECHNICAL TRANSLATION: BRIDGING THEORY AND PRACTICE	Hassan El-Mansouri
		7	ISLAMIC AESTHETICS IN OMANI WEAVING: TRADITION AND MODERNITY	Dr. Fatma Al-Mazrouei
		8	EUROPEAN UNION AND GLOBAL JUSTICE: NAVIGATING LEGAL DUALITIES	Élise Moreau
		9	EMIGRATION AND ITS SOCIAL IMPACT: THE GEORGIAN EXPERIENCE	Mariam Tsintsadze
		10		

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES Dec 13 - 15, 2024 – Konya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / December 13, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Prof. Dr. Sarah Calderon Dr. Michael V. Ashworth**	1	HARNESSING THE POWER OF ONTOLOGIES FOR SMART LEARNING IN MUSIC EDUCATION: A ROBUST FRAMEWORK FOR KNOWLEDGE ORGANIZATION AND APPLICATION	Prof. Dr. Sarah Calderon Dr. Michael V. Ashworth
		2	EMPOWERING AUTONOMOUS AGENTS WITH CONSTRUCTIVIST LEARNING: A BOTTOM-UP SEQUENTIAL LEARNING ALGORITHM AND TOOLKIT	Dr. Lingxia Wu Dr. Ahsan Zafar
		3	HARNESSING THE POWER OF DEEP LEARNING FOR AUTOMATED PRODUCT IDENTIFICATION ON ASSEMBLY LINES	Dr. Manami Kobayashi Assis. Prof. Dr. Carlos E. Delgado
		4	ANALYZING THE PRIVATE MONETARY RETURNS OF HUMANITIES AND EDUCATION DEGREES IN OSUN STATE, NIGERIA	Dr. Olufemi A. Adesina Dr. Yetunde O. Olanrewaju
		5	DEMYSTIFYING THE ANXIETY EXPERIENCE OF DYSLEXIC COLLEGE STUDENTS: A QUANTITATIVE ANALYSIS	Ms. Abigail M. Waters Dr. Robert A. Kinsley
		6	HARNESSING THE POWER OF ONTOLOGIES FOR SMART LEARNING IN MUSIC EDUCATION: A ROBUST FRAMEWORK FOR KNOWLEDGE ORGANIZATION AND APPLICATION	Prof. Dr. Sarah Calderon Dr. Michael V. Ashworth
		7	EMPOWERING AUTONOMOUS AGENTS WITH CONSTRUCTIVIST LEARNING: A BOTTOM-UP SEQUENTIAL LEARNING ALGORITHM AND TOOLKIT	Dr. Lingxia Wu Ahsan Zafar
		8	HARNESSING THE POWER OF DEEP LEARNING FOR AUTOMATED PRODUCT IDENTIFICATION ON ASSEMBLY LINES	Dr. Manami Kobayashi Dr. Carlos E. Delgado
		9	ANALYZING THE PRIVATE MONETARY RETURNS OF HUMANITIES AND EDUCATION DEGREES IN OSUN STATE, NIGERIA	Olufemi A. Adesina Assoc. Prof. Dr. Yetunde O. Olanrewaju
		10		

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES Dec 13 - 15, 2024 – Konya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / December 13, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Prof. Dr. Jonathan L. Mayer**	1	DEMYSTIFYING THE ANXIETY EXPERIENCE OF DYSLEXIC COLLEGE STUDENTS: A QUANTITATIVE ANALYSIS	Abigail M. Waters Robert A. Kinsley
		2	INNOVATIVE APPROACHES IN MUSIC EDUCATION: LEVERAGING TECHNOLOGY AND ONTOLOGIES FOR KNOWLEDGE ENHANCEMENT	Prof. Dr. Jonathan L. Mayer Claire A. Middleton
		3	AUTONOMOUS LEARNING FRAMEWORKS: APPLYING CONSTRUCTIVIST METHODOLOGIES IN AI AGENT DEVELOPMENT	Dr. Hui Zhang Prof. Lian Ming
		4	DEEP LEARNING IN MANUFACTURING: ENHANCING PRODUCT IDENTIFICATION AND ASSEMBLY LINE PERFORMANCE	Dr. Emilia Nowak Tomasz Wojcik
		5	SOCIO-COGNITIVE FACTORS IN ACADEMIC PERFORMANCE: A STUDY OF LOCUS OF CONTROL AND LANGUAGE LEARNING	Dr. Anisa Qureshi Kamran Ahmed
		6	FOSTERING INCLUSIVE COMMUNICATION: STRATEGIES FOR HEARING FAMILIES WITH DEAF CHILDREN	Shinichi Nakamura, Dr. Ayaka Sugimoto, Prof. Hiroki Tanaka
		7	UNLEASHING POTENTIAL: SUPPORTING CHILDREN WITH LEARNING DIFFICULTIES THROUGH INNOVATIVE METHODS Dr	. Malik Al-Farouqi, Dr. Leila Said, Ms. Amina Taha
		8	EMPOWERING INDEPENDENCE: NAVIGATING CONFORMITY AND CRITICAL THINKING IN HEALTHCARE	Prof. Dr. Ramesh Meera Dr. Anand Kapoor
		9	EYEWITNESS ACCOUNTS: CHALLENGES IN MEMORY AND PERCEPTION IN FIRE INVESTIGATIONS	Dr. Lars Petersen, Dr. Ingrid Olsson, Ms. Erika Bergman
		10		

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

13 Aralık / December 13, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	Assis, Dr. Jelena Zāščerinska	1	ADAPTIVE WORKFORCES: AI'S IMPACT ON DECISION-MAKING AND SKILLS DEVELOPMENT	Assoc. Prof. Dr. Wei Zhang, Dr. Lianhua Gao, Dr. Yu Tian
		2	ENHANCING LANGUAGE LEARNING THROUGH DIGITAL TECHNOLOGIES: EXPLORING THE ROLE OF ONLINE WORD WALLS	Dr. Emily Tan, Dr. Mohammad Azeem,
		3	TIGER METAPHORS AND CULTURAL MEANINGS: A CORPUS-BASED ANALYSIS OF GENDER PERCEPTIONS IN CHINESE FOLKLORE	Prof. Mei Ling Chen, Dr. Carlos Martinez
		4	OPTIMIZING HEALTHCARE OUTCOMES: A MACHINE LEARNING APPROACH TO COVID-19 ICU MANAGEMENT	Dr. Salim Al-Mansouri, Assis. Prof. Dr. Amal Fahmi
		5	THE IMPACT OF INCENTIVE STRUCTURES ON TEAM PERFORMANCE: A PERSON-ENVIRONMENT FIT PERSPECTIVE	Prof. Linh Nguyen Dr. Rebecca Campbell,
		6	DETECTING FAKE NEWS IN HEALTHCARE: NAIVE BAYES FOR SENTIMENT ANALYSIS	Assoc. Prof. Yuki Takahashi, Dr. Anil Kumar,
		7	DIVERSIFYING CONVERGENCE: INNOVATIVE APPROACHES TO PROJECT DELAY MITIGATION	Jun Brooks, Roger He
		8	ADVANCING SENTIMENT ANALYSIS IN FINANCE THROUGH NLP INNOVATIONS	Dr. Andreas Ahrens, Ojaras Assis, Dr. Jelena Zāščerinska

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES Dec 13 - 15, 2024 – Konya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / December 13, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Prof. Dr. Rishabh Garg**	1	MULTILINGUAL SOCIAL MEDIA: IDENTIFYING NATIVE LANGUAGE PATTERNS	Prof. Dr. Rishabh Garg
		2	CULTURAL SEMANTICS IN HISTORICAL INSCRIPTIONS: THE HAJI-ABAD CASE	Helena Costa Oliveira, Carmem Oliveira
		3	PERCEIVING SOUND: THE ART OF AUDITORY SPACES	Lenda Minguito, Jenith Banluta, R. Berglund
		4	REDEFINING WRITING EVALUATION: AN EMPIRICAL APPROACH TO EFL PROGRAMS	T. Backström, M. Bellgran, Ayman El-Garem, Riham Adel
		5	MULTI-DIALECTAL TWEET SENTIMENT ANALYSIS USING HYBRID CLASSIFICATION MODELS	Dr. Ahmed Mustafa Abdi Dr. Sofia Elena Munteanu
		6	SPEECH ACTS AND POLITENESS STRATEGIES IN MULTICULTURAL ESL CLASSROOMS	Dr. Nargiza Bekmuradova Dr. Olena Vasylivna Markov
		7	INSIGHTS INTO LANGUAGE LEARNING MOTIVATIONS: STRATEGIES AND CONTEXTUAL INFLUENCES	Dr. Rania El-Tayeb
		8	DECODING MUSICAL INNOVATION: MANODHARMAM AS A FRAMEWORK FOR IMPROVISATION IN CARNATIC MUSIC	Assis. Prof. Dr. Anjali Narayan

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / Dec 13, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Dr. Çiğdem KEVEN-AKLİMAN**	1	RUH SAĞLIĞI AÇISINDAN PSİKOMİTLER	Dr. Çiğdem KEVEN-AKLİMAN
		2	ÖFKE DUYGUSUNU DÜZENLEMEDE BİR YÖNTEM: GERÇEKLİK TERAPİSİ	Dr. Çiğdem KEVEN-AKLİMAN
		3	SAĞLIK ÇALIŞANLARI TÜKENMİŞLİK İLE BAŞ EDEBİLİR Mİ?	Aslı TAŞDEMİR Doç. Dr. Fuat KORKMAZER
		4	SAĞLIK ÇALIŞANLARININ İŞ-AİLE ÇATIŞMASI YAŞAMAMASI MÜMKÜN MÜ?	Figen UZUN Doç. Dr. Fuat KORKMAZER
		5	ANXIETY IN THE CONTEXT OF AUTISM AND TYPICAL DEVELOPMENT: DIFFERENCES IN CHILD AND PARENTAL ASSESSMENTS	Dr. Dilruba Sönmez
		6	RUH SAĞLIĞI UZMANLARINDA İKİNCİL TRAVMATİK STRES İLE EŞDUYUM YORGUNLUĞU ARASINDAKİ İLİŞKİDE RUMİNATİF DÜŞÜNCE BİÇİMİNİN ARACI ROLÜ	Psk. Dan. Esra Türkmen Doç. Dr. Serkan Denizli
		7	EMOTIONAL INTELLIGENCE AS A PREDICTOR OF SUBSTANCE USE TENDENCY IN EDUCATION FACULTY STUDENTS	Yüksek Lisans Öğrencisi, Gül Tuğçe METİN Prof. Dr.,Yasemin YAVUZER

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / Dec 13, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Assist. Prof. HÜLYA KÜÇÜKOĞLU**	1	SOSYAL SERMAYE KURAMINI AÇIKLAMAYA YÖNELİK ÖZLÜ SÖZLER, OKULLARDA KULLANIM ALANLARI VE DİĞER KURAMLARLA ETKİLEŞİMİ	Prof. Dr. Yılmaz TONBUL Umut Sadık ATALAY
		2	TAKAS KURAMINI AÇIKLAMAYA YÖNELİK ÖZLÜ SÖZLER, OKULLARDA KULLANIM ALANLARI VE DİĞER KURAMLARLA ETKİLEŞİMİ	Prof. Dr. Yılmaz TONBUL Dilşen KIRLI
		3	OKUL ÖNCESİNDE MUZOGRAM TEKNİĞİNİN KULLANILMASINA YÖNELİK ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ	Doç. Dr. AYLİN MENTİŞ Dr. Öğr. Üyesi BELGİN LİMAN
		4	OKUL ÖNCESİ ÖĞRETMENLERİNİN HELİKOPTER EBEVEYN TUTUMUNA İLİŞKİN GÖRÜŞLERİ	Dr. Öğr. Üyesi BELGİN LİMAN Doç. Dr. AYLİN MENTİŞ
		5	EĞİTİM YÖNETİMİ VE DENETİMİ TEZSİZ LİSANSÜSTÜ EĞİTİMİ SÜRECİNDE YAŞANAN SORUNLAR	GÜLŞAH ŞAHAL Prof. Dr. ERDAL TOPRAKÇI
		6	EXPLORING THE IMPACT OF WRITING ACTIVITIES ON LANGUAGE EDUCATION IN THE ERA OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A RESEARCH STUDY IN TURKEY	Assist. Prof. HÜLYA KÜÇÜKOĞLU
		7	THE INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN LANGUAGE CLASSROOMS TO ENHANCE LISTENING SKILLS	Assist. Prof. HÜLYA KÜÇÜKOĞLU

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / Dec 13, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Doç. Dr. SERHAT ÇELİKTEN**	1	BOR ATIĞI VE UÇUCU KÜLÜN ALKALİ SİLİKA REAKSİYONUNA ETKİSİ	Doç. Dr. SERHAT ÇELİKTEN Doç. Dr. MEHMET CANBAZ
		2	TOZ VE SIVI YALITIM MALZEMELERİNİN BETON ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	Doç. Dr. SERHAT ÇELİKTEN Doç. Dr. MEHMET CANBAZ
		3	BOR (KOLEMANİT) KATKILI ASFALT BETONLARIN MUHTELİF PERFORMANSLARININ MARSHALL DENEYLERİ İLE, MİKROYAPI VE HOMOJENLİK KARAKTERİSTİKLERİNİN BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ (BT) İLE DEĞERLENDİRİLMESİ	Lisansüstü öğrenci, ISXAQ OSMAN ABDIRAHMAN Lisans Öğrenci, CHERİF MAHAMAT OUSMANE Doç.Dr., HALİL İBRAHİM YUMRUTAŞ
		4	KAVŞAKLARDA GÖRÜŞ MESAFESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN İRDELENMESİ: KARABÜK VE BAĞLANTI YOLLARI ÖRNEĞİ	Lisans Öğrenci, TOLGA KESKİN Doç.Dr., HALİL İBRAHİM YUMRUTAŞ
		5	EFFECT OF PGA/PGV RATİO IN REDUCING DISPLACEMENTS OF STRUCTURES SUBJECTED TO SEISMIC LOADS	Doç. Dr., Onur ARAZ
		6	EFFECT OF SOIL STRUCTURE INTERACTION IN REDUCING ACCELERATIONS OF STRUCTURES UNDER SEISMIC EXCITATIONS	Doç. Dr., Onur ARAZ
		7	ASSESSMENT OF RADIOACTIVITY LEVELS IN BUILDING MATERIALS FROM THE GEBZE DISTRICT OF KOCAELI	Prof.Dr.Filiz ERTUGRAL YAMAC Ayşe Seda KARTAL
		8	Effects of Carbonate and Vinegar-Based Mixtures on the Color, Gloss, and Whiteness Index of European Larch (Larix decidua Mill.) Wood	Doç. Dr. Göksel ULAY Doç. Dr. Ümit AYATA
		9	Application of Different Wood Bleaching Chemicals on Ipê (Tabebuia serratifolia (Vahl)) Wood	Doç. Dr. Göksel ULAY Doç. Dr. Ümit AYATA

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / Dec 13, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Doç. Dr. Mücella ÖZBAY KARAKUŞ**	1	BEHIND THE DYSFUNCTIONALITY IN THE FORMER TANNERY LEATHER INDUSTRY ZONE: STRUCTURAL URBAN TRANSFORMATION ANALYSIS AND SUSTAINABILITY STRATEGIES FOR UŞAK PROVINCE	Asst. Prof., FATIH TAKTAK
		2	AI-ENHANCED GEOMATICS ENGINEERING: INNOVATIVE SOLUTIONS AND APPLICATIONS USING CHATGPT, AN ADVANCED AI LANGUAGE MODEL	Asst. Prof., FATIH TAKTAK
		3	ABS POLİMERİNE NANO BOYUTLU SrO KATKISININ GAMMA IŞIĞI ZIRHLAMA PERFORMANSINA ETKİSİ: TEORİK BİR İNCELEME	Öğr. Gör. Dr. FATİH BULUT
		4	BELİRLİ HACİMDE VE FARKLI PROFİLLERDEKİ KANATÇIK YAPILARININ DOĞAL TAŞINIM VE RADYASYON İLE ISI TRANSFER PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI	Berk YERALTI Doç. Dr. Hasan Basri ULAŞ
		5	PREPARATION OF NANOPARTICLE ADDED PARAFFIN MATERIALS AND THEIR THERMAL ENERGY STORAGE EFFECT	Assist. Prof., MEHMET ONUR KARAAĞAÇ
		6	XYLOSE EFFECT ON STRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTIES OF PbS THIN FILMS	Assoc. Prof, Dr. Ersin YÜCEL
		7	THE UTILIZATION OF NATURAL DYE EXTRACTED FROM PELTOPHORUM PTEROCARPUM IN DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS: ACHIEVING REMARKABLY HIGH EFFICIENCY WITH CdS CO-SENSITIZATION	Doç. Dr. Mücella ÖZBAY KARAKUŞ
		8	AN INNOVATIVE APPROACH TO ENHANCING DSSC PERFORMANCE: ACHIEVING 11% EFFICIENCY WITH AG/PANI COMPOSITE COUNTER ELECTRODE WITH ZNO NANORODS	Doç. Dr. Mücella ÖZBAY KARAKUŞ

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / Dec 13, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Doç. Dr. Hakan Murat ARSLAN**	1	TOTAL QUALITY MANAGEMENT IN THE MANUFACTURING SECTOR FROM THE PERSPECTIVE OF LEAN MANAGEMENT	Prof. Dr. Abdulvahap BAYDAŞ Doç. Dr. Murat BAYAT
		2	EMPLOYEES' PARTICIPATION IN MANAGEMENT: THE CASE OF INDUSTRIAL WORKERS	Prof. Dr. Abdulvahap BAYDAŞ Doç. Dr. Murat BAYAT
		3	EKO-İNOVASYON VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İLE İLGİLİ ÇALIŞMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ	Dr. Öğrencisi, Hayriye KUTLU Doç. Dr., Canan YILDIRAN
		4	DETERMINATION OF THE MOST SUITABLE RAW MATERIAL SUPPLIER USING THE TOPSIS METHOD IN LIGHT OF FINANCIAL RATIOS: AN APPLICATION IN THE STEEL INDUSTRY	Doç. Dr. Hakan Murat ARSLAN
		5	EVALUATION OF SUPPLIER FIRMS' PERFORMANCE USING THE BAYES APPROACH: AN APPLICATION IN THE INFORMATION TECHNOLOGY SECTOR	Doç. Dr. Hakan Murat ARSLAN
		6	THE TRANSFORMATIVE EFFECT OF PRIVATE SCHOOL-CENTERED CHANGE IN EDUCATION ON THE TURKISH BUSINESS SYSTEM: AN ANALYSIS FROM THE PERSPECTIVE OF SOCIETAL EFFECT APPROACH	Dr. Öğr. Üyesi SALİH ARSLAN
		7		
		8	CRISIS MANAGEMENT WITHIN THE FRAMEWORK OF MARKETING COMMUNICATION: A CASE ANALYSIS OF THE DIOR AND ARMANI LABOR EXPLOITATION SCANDAL	Murat TAŞKIN Arzan DİLEK BOZKURT Doç. Dr. Aşkım Nurdan TÜMBEK TEKEOĞLU

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / Dec 13, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Doç. Dr. FARUK PEHLİVANLI**	1	siRNA YÜKLÜ KİTOSAN NANOPARTİKÜLLERİ İLE PANKREAS KANSERİNDE KRAS GENİNİN SUSTURULMASI	Gülşah POLAT Prof. Dr. Ayten ÇELEBİ KESKİN Öğr. Gör. Aleyna ÇAVDAR Dr. Öğr. Üyesi Beste ÇAĞDAŞ Prof. Dr. Mustafa TÜRK
		2	JEJUNAL DİVERTİKÜLOZ OBSTRÜKSİYONU: NADİR BİR AKUT KARIN NEDENİ	Doç. Dr. FARUK PEHLİVANLI Doç. Dr. OKTAY AYDIN Opr. Dr. İLKER KAPLAN
		3	NADİR BİR AKUT BATIN NEDENİ: GEZİCİ DALAK(WANDERİNG SPLEEN)	Doç. Dr. FARUK PEHLİVANLI Doç. Dr. OKTAY AYDIN Opr. Dr. İLKER KAPLAN
		4	NADİR BİR DİYAFRAM HERNİSİ OLGUSU: MORGAGNİ HERNİ VE CERRAHİ TEDAVİSİ	Doç. Dr. OKTAY AYDIN Doç. Dr. FARUK PEHLİVANLI Opr. Dr. İLKER KAPLAN
		5	NADİR BİR İNTERNAL HERNİASYON OLGUSU: PARAÇEKAL HERNİ VE CERRAHİ TEDAVİSİ	Doç. Dr. OKTAY AYDIN Doç. Dr. FARUK PEHLİVANLI Opr. Dr. İLKER KAPLAN
		6	GASTROİNTESTİNAL STROMAL TÜMÖRE BAĞLI GELİŞEN ERİŞKİN JEJUNOJEJUNAL İNTUSUSEPSİYON	Doç. Dr. FARUK PEHLİVANLI Doç. Dr. OKTAY AYDIN Opr. Dr. İLKER KAPLAN
		7	TANI KONULMASI ZOR OLAN BİR OLGU SUNUMU: OBTURATOR HERNİ	Doç. Dr. FARUK PEHLİVANLI Doç. Dr. OKTAY AYDIN Opr. Dr. İLKER KAPLAN

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / Dec 13, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Arş. Gör. MURAT HACIOSMANOĞLU**	1	ANALYSIS OF STUDIES USING Al2O3 -WATER NANOFLUID AS WORKING FLUID IN HEAT EXCHANGERS	Yük. Lisans Öğr. Sevil DUMAN Doç. Dr. Tarkan KOCA
		2	EFFECT OF NANOFLUIDS USAGE IN HEAT EXCHANGERS ON THERMAL PERFORMANCE	Yük. Lisans Öğr. Sevil DUMAN Doç. Dr. Tarkan KOCA
		3	INVESTIGATION OF THE THERMAL EFFICIENCY OF A WALL-MOUNTED ELECTRIC COMBI BOILER USING THE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS METHOD	MEHMET UÇAR Doç. Dr. OĞUZHAN ERBAŞ Prof. Dr. RAMAZAN KÖSE
		4	Stronsiyum Katkısının Zn-40Al-2Cu Alaşımının Korozyon Direncine Etkisi	Doç. Dr. ALİ PAŞA HEKİMOĞLU Arş. Gör. MURAT HACIOSMANOĞLU
		5	ANALYSIS OF BATTERY CHANGE TIMES IN ELECTRIC VEHICLES	Metin KAYNAKLI
		6	ANALYSIS OF ELECTRIC VEHICLE MAINTENANCE COSTS IN AUTOMOTIVE TECHNOLOGY	Metin KAYNAKLI

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / Dec 13, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Dwi Sulisworo**	1	INDIGENOUS DIALOGIC LEARNING: SHAPING STUDENTS' AFFECTIVE DEVELOPMENT	Aghniawati Ahmad Hendro Widodo
		2	LEVERAGING DATA-DRIVEN DECISION-MAKING TO IMPROVE EDUCATIONAL OUTCOMES	Eko Priyo Agus Nugroho Dwi Sulisworo
		3	ADAPTING EDUCATIONAL STRATEGIES TO COGNITIVE DEVELOPMENT FOR INCREASED LEARNING ENGAGEMENT	Thahiruddin Ika Maryani
		4	THE ROLE OF DORMITORY GUIDANCE IN ENHANCING LEARNING QUALITY AT MADRASAH ALIYAH ISLAMIC CENTRE BIN BAZ, INDONESIA	Miftahul Haq Suyatno

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES Dec 13 - 15, 2024 – Konya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / December 13, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Assoc. Prof. Dr. Natalia Romanova**	1	PHONOLOGICAL CONTRASTS IN INITIAL CONSONANTS OF MANDARIN AND SLOVAK: AN AFFRICATION PERSPECTIVE	Lec. Dr. Liang Xiu Dr. Matej Horvat
		2	EFFICIENT IMAGE LABELING IN AI SYSTEMS: A NOVEL RANKING-BASED FRAMEWORK	Dr. Yasir Mahmood Assis. Prof. Dr. Wei Liu
		3	DECIPHERING DIGITAL POLITICS: INSIGHTS INTO PSYCHOLOGY THROUGH SOCIAL MEDIA MICROBLOGS	Dr. Aliyu Ibrahim Musa
		4	CRITICAL PEDAGOGY IN ACTION: RETHINKING ENGLISH EDUCATION THROUGH SURREALISM AND SOCIAL JUSTICE	Assoc. Prof. Dr. Natalia Romanova Dr. Johan Van der Meer
		5	TIBYAN: A MACHINE LEARNING FRAMEWORK FOR AUTOMATED ARABIC LANGUAGE SYNTAX CORRECTION	Dr. Khalid Al-Mutairi Assis. Prof. Dr. Ayesha Siddiqui
		6	FROM DIAGRAMS TO CODE: LEVERAGING AI FOR PROGRAM SYNTHESIS FROM VISUAL REPRESENTATIONS	Prof. Dr. Hiroshi Tanaka Dr. Rina Suzuki
		7	ADVANCING MALAY SPEECH RECOGNITION: DEEP NEURAL NETWORKS FOR IMPROVED PERFORMANCE	Dr. Amirul Hassan Dr. Nurul Ain Zainal

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

13 Aralık / December 13, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Prof. Dr. Priyantha Wickramasinghe**	1	ANALYZING GRAMMATICAL COLLOCATIONS IN THE WRITING OF IRAQI EFL LEARNERS	Dr. Sarah Hameed Al-Najjar
		2	INTEGRATING SMART GRIDS FOR SUSTAINABLE GREEN IT IN SRI LANKA	Prof. Dr. Priyantha Wickramasinghe
		3	ADVANCING MEDICAL EDUCATION: DEVELOPING BILINGUAL PHYSICIANS FOR GLOBAL HEALTHCARE	Assoc. Prof. Dr. Wei-Ling Chen
		4	EXPLORING E-ADMINISTRATION IMPACT ON HR PRACTICES IN PAKISTANI ORGANIZATIONS	Dr. Muhammad Asim Khan
		5	EVALUATING QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS IN THE CONSTRUCTION SECTOR OF AUSTRALIA	Dr. Daniel Hughes
		6	STRENGTHENING CORPORATE GOVERNANCE IN THE SOUTH AFRICAN PROPERTY SECTOR	Dr. Nkosinathi Dlamini
		7	THE IMPACT OF BITCOIN ON GLOBAL INVESTMENT PORTFOLIOS: A COMPREHENSIVE ANALYSIS	Dr. Lucas D. Meyer Prof. Emily Santos Dr. Jason K. Richardson
		8	STRATEGIC DEVELOPMENT OF SOLAR ENERGY IN EGYPT BY 2035 USING DYNAMIC BAYESIAN NETWORK	Dr. Hany H. Shalaby Dr. Amina H. Mansour Prof. Amr M. Ghali

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

13 Aralık / December 13, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Prof. Dr. Amina Naciri,**	1	ANALYZING THE ROLE OF EFL TEACHERS' METACOGNITIVE KNOWLEDGE IN PEDAGOGICAL SUCCESS	Dr. Marko J. Novak Prof. Dr. Ivana M. Popović Dr. Jelena R. Dimitrić
		2	CULTIVATING LEARNER AUTONOMY THROUGH CONSTRUCTIVIST LEARNING THEORY	Dr. Ahmed H. Ali Prof. Dr. Rasha A. Zahra Dr. Ahmed M. Mahmoud
		3	THE CHALLENGES OF TRANSFERRING LOW-COST HOUSING IN SOUTH AFRICA: A CASE STUDY	Dr. Samuel K. Mlambo Prof. Dr. Thuli N. Ngubane Dr. Sipho M. Khumalo
		4	ENHANCING KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEMS: INNOVATIVE STRATEGIES FOR SUCCESSFUL IMPLEMENTATION	Dr. Khaled Al-Sudani Dr. Mariam Ahmed
		5	ADVANCING GENDER EQUALITY: THE ROLE OF RESOURCES AND ENTREPRENEURIAL SUCCESS IN DEVELOPING COUNTRIES	Dr. Layla Amiri Prof. Dr. Fatima N. Zayen
		6	LEVERAGING BIG DATA FOR FINANCIAL GAIN: A COMPARATIVE STUDY OF USERS AND PROVIDERS	Dr. Amira Basyuni Prof. Dr. Issam Al-Sayed
		7	OPTIMIZING EMAIL CAMPAIGNS: A DEEP DIVE INTO REINFORCEMENT LEARNING APPLICATIONS	Dr. Ahmed Al-Mansoori Dr. Sara Jabari
		8	ANALYZING CUSTOMER-SERVER INTERACTIONS: A STUDY OF SERVICE-ORIENTED EXCHANGES IN RETAIL SETTINGS	Dr. Saeed Al-Khatib Prof. Dr. Zaynab Mansour
		9	UNLEASHING THE POTENTIAL OF BLOCKCHAIN IN CROSS-BORDER TRADE: EXPLORING INNOVATIVE SOLUTIONS THROUGH SMART CONTRACTS	Dr. Lucas Hernández, Dr. María Rodríguez
		10	OPTIMIZING RELIEF OPERATIONS: STRATEGIC APPROACHES FOR RESOURCE ALLOCATION IN DISASTER RESPONSE	Prof. Dr. Amina Naciri, Dr. Rachid Belhassen

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

13 Aralık / December 13, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Dr. Sophie Martinez, Assis. Prof. Dr. Benjamin Lee**	1	MITIGATING WORKPLACE STRESS: DEVELOPING STRATEGIES FOR ENGINEERING PROFESSIONALS' WELL-BEING	Dr. Jason Walker, Dr. Olivia Carter
		2	THE IMPACT OF PRODUCT ENGAGEMENT ON CONSUMER DECISIONS: A STUDY OF ONLINE REVIEW USAGE	Dr. Sophie Martinez, Assis. Prof. Dr. Benjamin Lee
		3	DIGITAL TRANSFORMATION IN ORGANIZATIONS: KEY SUCCESS FACTORS AND IMPLEMENTATION CHALLENGES	Dr. Jamal Al-Fahad, Dr. Sara Al-Mansoori
		4	ASSESSING THE IMPACT OF BUDGET CLASSIFICATIONS ON NATIONAL DEVELOPMENT STRATEGIES: A CASE STUDY OF IRAN	Assis. Prof. Amir Hossein Farshadi
		5	THE ECONOMIC IMPACT OF HEALTH TOURISM ON SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES: A MULTINATIONAL PERSPECTIVE	Dr. Ayodele Akintoye
		6	OPTIMIZING PAIN MANAGEMENT STRATEGIES USING THE BALANCED SCORECARD APPROACH	Dr. Halima Yusuf, Dr. Nadia Al-Mansoori
		7	INNOVATIONS IN TRANSLATION SYSTEMS: A NEW FRAMEWORK FOR ENGLISH-URDU MACHINE TRANSLATION	Dr. Anwar Hameed, Dr. Sanaullah Khan
		8	EXPLORING BILINGUALISM AND CULTURAL IDENTITY IN KAZAKHSTAN: LANGUAGE TRENDS AND POLICY IMPLICATIONS	Assis. Prof. Arystan Bakhtiyarov, Dr. Gulmira Kenzhebekova
		9	EXAMINING THE IMPACT OF IDENTITY SECURITIZATION ON CONFLICT RESOLUTION PROCESSES	Dr. Clara D. Okoro
		10		

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES Dec 13 - 15, 2024 – Konya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / December 13, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Dr. Ebele Chukwuma**	1	ANALYZING FOREIGN POLICY DYNAMICS IN SOUTHEAST ASIA UNDER GLOBALIZATION	Dr. Thuy Lan Nguyen
		2	OPTIMIZING LAND MANAGEMENT: A GIS-BASED APPROACH FOR SANITARY LANDFILL SITE SELECTION	Assoc. Prof. Dr. Kofi Ampadu
		3	INNOVATIVE LEADERSHIP STRATEGIES IN THE MOBILE SERVICE INDUSTRY: A CASE STUDY	Dr. Farah Noor Ahmed
		4	METHODOLOGICAL FRAMEWORKS FOR PROMOTING SOCIAL INNOVATION: A MULTIDISCIPLINARY STUDY	Lect. Dr. Ebele Chukwuma
		5	ANALYZING THE PROFITABILITY OF BEAUTY PRODUCTS USING QUANTITATIVE METHODS	Amira Elhady Carlos Andrade
		6	COVID-19 AND MHEALTH: EVALUATING SERVICE QUALITY AND USER ADAPTATION	Nandini Ghosh Kojo Mensah
		7	TRANSFORMATIONS IN ARABIC LITERATURE: EDUCATIONAL AND CULTURAL IMPACTS	Fatima Al-Sudani Seydou Traoré
		8	FEMINISM AND ECO-RESISTANCE IN IRAN'S SOCIAL MOVEMENTS	Shirin Parvaneh Samira M. Diop
		9	VISUAL STORYTELLING IN CHILDREN'S LITERATURE: EMOTIONAL CONNECTIONS	Busisiwe Ndlovu Aishwarya Pillai
		10		

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

13 Aralık / December 13, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Dr. Nthabiseng Molefe**	1	ASSESSING THE IMPACT OF ONLINE SPEECH ANXIETY ON STUDENTS' PERFORMANCE AND PERCEPTIONS	Dr. Nthabiseng Molefe
		2	THE ROLE OF INTRODUCTORY TECHNOLOGY COURSES IN SHAPING STEM CAREER ASPIRATIONS	Dr. Oluwaseyi Adewale
		3	FINANCIAL DEVELOPMENT AND ENERGY CONSUMPTION: INSIGHTS FROM 35 DEVELOPING COUNTRIES	Dr. Hassan Mukhtar
		4	GENDER-BASED JAPANESE LANGUAGE LEARNING STRATEGIES IN INDONESIA: A COMPARATIVE STUDY	Assoc. Prof. Dr. Sarinah Rahmadani
		5	LEVERAGING AUGMENTED REALITY AND VIRTUAL REALITY FOR IMPROVED LEARNING OUTCOMES IN CALCULUS	Assis. Prof. Dr. Rahim Khan
		6	CULTIVATING INNOVATIVE SKILLS THROUGH IMMERSIVE LEARNING METHODS IN COMPUTER SCIENCE EDUCATION	Marie-Louise Bonnet, Dr. Étienne Garnier, Clément Dupont
		7	UNVEILING THE IMPACT OF STUDENT-CENTERED INNOVATION ON INDUSTRY-UNIVERSITY PARTNERSHIPS	Carlos Hernández, Maria Esteban, Diego Mendoza

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

13 Aralık / December 13, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Asss. Prof. Lilian Njoroge**	1	TRANSFORMING DIGITAL LEARNING SPACES: NURTURING ONLINE COMMUNITIES OF PRACTICE	Dr. Ayesha Kumar, Fatima Rasheed
		2	EQUITABLE DEVELOPMENT STRATEGIES FOR SOCIO-ECONOMIC GROWTH IN NIGERIAN STATES	Dr. Ahmed Suleiman, Fatima Yusuf
		3	INFLUENCING CONSUMER BEHAVIOR: TRUST FACTORS IN ELECTRONIC PAYMENT ADOPTION	Dr. Somchai Thanasiri, Phanida Chokchai
		4	STRATEGIES FOR INTEGRATING CAPSTONE PROJECTS IN EEE CURRICULA: A CASE STUDY FROM SOUTHEAST UNIVERSITY, BANGLADESH	Shahram Ebrahimi
		5	THE ROLE OF COOPERATIVE LEARNING IN ELEVATING ENGINEERING EDUCATION STANDARDS	Amaka Oforji
		6	EMPOWERING YOUNG WOMEN THROUGH FINANCIAL LITERACY PROGRAMS IN HIGH SCHOOLS	Asss. Prof. Lilian Njoroge
		7	LEARNING STYLES AND ACADEMIC PERFORMANCE: A PREDICTIVE ANALYSIS OF ENGINEERING STUDENTS	Aditya Menon
		8	PROMOTING ACTIVE LEARNING THROUGH ICT IN NIGERIAN TEACHER EDUCATION	Kehinde Adebayo

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES Dec 13 - 15, 2024 – Konya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
13 Aralık / December 13, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Assoc. Prof. DR. Maria Fernanda Oliveira**	1	OPTIMIZING LEARNING MANAGEMENT SYSTEMS: AN ENSEMBLE APPROACH	Fatimah Al-Zahraa Hussain Al-Fadhel
		2	STUDENT PARTICIPATION IN UNIVERSITY GOVERNANCE: A CASE STUDY OF HIGHER EDUCATION IN VIETNAM	Nguyen Thi Lan Anh
		3	PROMOTING CYBERSECURITY EDUCATION: A MULTIDISCIPLINARY APPROACH IN AFRICA	Kwame Owusu-Afriyie & Amara Diop
		4	ADVANCING LANGUAGE ACQUISITION THROUGH IMMERSIVE VIRTUAL ENVIRONMENTS	Chandrakanta Bhattacharya
		5	GENDER EQUITY IN EDUCATION: INSIGHTS FROM INDONESIA	Putri Anindita Wardana
		6	PREDICTING STUDENT SUCCESS THROUGH DATA ANALYTICS IN EDUCATION	Assoc. Prof. DR. Maria Fernanda Oliveira
		7	AGILE PEDAGOGY IN DIGITAL LEARNING ENVIRONMENTS: SCRUM AS A TOOL FOR STUDENT ENGAGEMENT	Dr. Kwame Mensah
		8	CHEMISTRY EDUCATION IN THE DIGITAL ERA: EFFICACY OF ONLINE TESTING	Ms. Amina Yusuf, Bolaji Okon

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
14 Aralık / Dec 14, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Doç. Dr., Serdar SAYGILI**	1	FARABİ'DE BİLİMLER SINIFLANDIRMASINDA MATEMATİK BİLİMİNİN YERİ	Yüksek Lisans Öğrencisi ELİF PALANCI Prof. Dr. Hülya ALTUNYA
		2	RETHINKING THE HISTORY OF SCIENCE WITH PROF. DR. FUAT SEZGİN: A NEW DISCOURSE POSSIBILITY IN THE HISTORY OF SCIENCE - OCCIDENTALISM	Doç. Dr., Serdar SAYGILI
		3	ARİSTOTELES'TE ZAMAN- TARİH İLİŞKİSİ ÜZERİNE FELSEFİ BİR İNCELEME	Arş. Gör. VİLDAN DOĞANAY

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
14 Aralık / Dec 14, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Doç.Dr. YASEMİN BAKİ**	1	MASALLARIN ÇOCUK DUYARLIĞINA KATKISI: EŞEK NASIL KRAL OLDU ÖRNEĞİ	Doç.Dr. YASEMİN BAKİ Öğretmen, HİLAL SARGIN
		2	MAVİ ÇOCUK ADLI ÇOCUK KİTABININ AKTARDIĞI DEĞERLER AÇISINDAN İNCELENMESİ	Öğretmen, HİLAL SARGIN Doç. Dr.YASEMİN BAKİ
		3	ARGÜMANTASYON TABANLI BİLİM ÖĞRENME YÖNTEMİNİN 9. SINIF ÜÇGENLER KONUSUNDA ÖĞRENCİLERİN ÜSTBİLİŞSEL BECERİLERİNE, İŞBİRLİKLİ ÖĞRENME SÜRECİNE VE İLETİŞİM BECERİLERİNE ETKİSİ	Prof. Dr. BİLGE PEKER MERVE ÖZ
		4	REGGIO EMILIA APPROACH	Prof. Dr. Güneş SALI
		5	AN EVALUATİON OF KAMURAN ŞİPAL'S NOVELS	Prof. Dr. Fatih SAKALLI
		6	ÜSTÜN YETENEKLİ OLAN VE OLMAYAN ÖĞRENCİLERİN MÜHENDİSLİK BİLGİ DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ	Uzman Öğretmen, Esra ÖZEL Doç.Dr. Nezih ÖNAL
		7	OKUL ORTAMINDA ÖĞRENCİLERE HİJYEN EĞİTİMLERİNİN UYGULANMASININ HİJYEN VE TEMİZLİK FARKINDALIK ALGISI OLUŞTURMADAKİ ROLÜ	Çınar Esra MAVİ CANUYLASI Rifat CANUYLASI

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
14 Aralık / Dec 14, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Prof. Dr. Sedat İlhan**	1	SOLUTIONS OF LONNGREN-WAVE EQUATION VIA GENERALIZED RICCATI EQUATION MAPPING METHOD	Doç. Dr., Berat KARAAGAC
		2	A SPLINE COLLOCATION APPROACH TO ZELDOVICH EQUATION	Doç. Dr., Berat KARAAGAC
		3	APPLICATION OF PICK'S THEOREM TO DELAUNAY TRIANGLES AND VORONOI POLYGONS	M. Mustafa BEYDAĞI
		4	ON SOME 3-NETS IN ALPHA AND BETA PLANES OF KLEIN QUADRIC	Münevvere Mine Karakaya Prof.Dr.Ziya AKÇA
		5	ON LINE PARTITIONS OF SOME CONFIGURATIONS IN THE HALL PLANE	Göknur TEPE Prof. Dr. Ziya AKÇA
		6	ON SOME 3-NETS IN LEFT SEMI FIELD PLANE OF ORDER 9	Göknur TEPE Prof. Dr. Ziya AKÇA
		7	TYPE SEQUENCE OF SOME NUMERICAL SEMIGROUPS WITH THE DETERMINE NUMBER FIVE	Mehmet Sait ALAKUŞ Prof. Dr. Sedat İlhan
		8	ON THE GENUS AND FROBENIUS NUMBER OF SOME NUMERICAL SEMIGROUPS WITH THE DETERMINE NUMBER FIVE	Mehmet Sait ALAKUŞ Prof. Dr. Sedat İlhan
		9	KESİRLİ TÜREVLER YARDIMIYLA ENDÜSTRİYEL SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE SÜLFAT İYON KONSANTRASYONUNUN DİNAMİK ANALİZİ	DR, KASHİF ALİ ABRO DR, IRFAN ALİ ABRO DR, AHMET YILDIRIM

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
14 Aralık / Dec 14, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Doç. Dr. Mustafa GÖMLEKSİZ**	1	DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN DÖNGÜSEL EKONOMİ UYGULAMALARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	Dr. Hülya TÜRKCAN Doç. Dr. Serhat ERAT Prof. Dr. Salih Zeki İMAMOĞLU
		2	THE RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC DEVELOPMENT, R&D AND INNOVATION: EVIDENCE FROM THE GLOBAL INNOVATION INDEX	Doç. Dr. Mustafa GÖMLEKSİZ
		3	CREATIVE CLASS, R&D AND INNOVATION: A PANEL CAUSALITY ANALYSIS ON DEVELOPED COUNTRIES	Doç. Dr. Mustafa GÖMLEKSİZ
		4	BALKAN ÜLKELERİNDE İHRACAT-İTHALAT ETKİLEŞİMİNE YÖNELİK MEKÂNSAL BİR ANALİZ	Doç. Dr. Dilara AYLA Dr. Öğr. Üyesi Kezban AYRAN CİHAN
		5	DOES INFLATION WORSEN INCOME INEQUALITY?	Assist. Prof. Dr. Bayram AYDIN
		6	TÜRKİYE'DE SANAYİLEŞME, YENİLENEBİLİR ENERJİ, DOĞAL KAYNAK GELİRLERİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ	Dr. Öğretim Üyesi, Ülkü ÖZBAY
		7	BÜYÜK VERİ TEKNOLOJİSİNİN MAVİ OKYANUS STRATEJİSİNE ETKİSİ: KAVRAMSAL BİR İNCELEME	Öğr. Gör. Dr. Aylin YILMAZ GEZGİN

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
14 Aralık / Dec 14, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Doç. Dr. Emine AYAN**	1	A RESEARCH ON THE REPRESENTATION FORMS OF NARRATIVE IN GOKDEMIR IHSAN'S KURMACA ALISTIRMALARI	Doç. Dr. Emine AYAN
		2	THE SYMBOL OF MEVLANA AND SHAMS TABRİZİ İN THE CONTEXT OF EAST-WEST İN ALEV TEKİNAY'S NOVEL "AĞLAYAN NAR" (CRYİNG POMEGRANATE)	Assoc. Prof. Dr. Seriyye Gündoğdu
		3	NURETTİN TOPÇU'NUN EĞİTİM ANLAYIŞI	Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fetih YANARDAĞ Yüksek Lisans Öğrencisi Uğur TOMBUL
		4	YAKUP KADRİ'NİN HİKÂYELERİNDE KURTULUŞ SAVAŞI	Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fetih YANARDAĞ Yüksek Lisans Öğrencisi Uğur TOMBUL
		5	KLASİK TÜRK EDEBİYATI METİNLERİNDE "TUZ" KELİMESİNİN ANLAM ÇERÇEVESİ	Dr. Öğr. Üyesi Ahmet KAVAKLIYAZI
		6	A PSYCHOANALYTIC EXAMINATION IN THE CONTEXT OF WOMEN AND RELIGION: "TANRI"	Prof. Dr. Mustafa AYDEMİR Pınar KARATAŞ
		7	THE POETICAL DILEMMA OF TRADITION CRITICISM IN ORHAN VELİ	Prof. Dr. Mustafa AYDEMİR Derya ÖZTÜRK

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
14 Aralık / Dec 14, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Dr. Öğretim Üyesi Özgür Altmışdörtoğlu**	1	ANALYSIS OF DRINKING WATER POLLUTANTS AND APPLICATION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT STANDARDS TO REDUCE RISKS AND ENHANCE ENVIRONMENTAL HEALTH IN SALAH AL-DIN GOVERNORATE	Ali H. AL-Obaidi Sahira A. AL-Obaidi Alaulddin M. Mahdi
		2	YOĞUN BAKIM ÜNİTELERİNDE KARBAPENEM DİRENÇLİ ENTEROBACTERALES ENFEKSİYONLARI: SEFTAZİDİM-AVİBAKTAM DENEYİMİ	Doktor Öğretim Üyesi Nurbanu Sezak Doçent Doktor Pınar Ayvat
		3	YUMUŞAK DOKU SARKOMLU HASTALARDA RADYOTERAPİ SONUÇLARI ve PROGNOSTİK FAKTÖRLER	Dr. Öğretim Üyesi Özgür Altmışdörtoğlu, Doç. Dr. Sema Rakıcı
		4	Perinöral İnvazyonlu Prostat Kanserinde Hipofraksiyone Radyoterapi Uygulanmasının Tedavi Yanıt Etkisi	Doç. Dr. Sema Rakıcı Dr. Öğretim Üyesi Özgür Altmışdörtoğlu
		5	Synthesis of two novel anti-inflammatory molecules and testing of their cytotoxicity and ability to suppress proinflammatory mediators	Elif Ecem FINDIK Assist. Prof. Sevil ERDOĞAN Assist. Prof. Serap YILMAZ Doğukan Cem ÇİFTÇİ TUĞÇE BUKET ÖZDEMİR SİNEM ÇALIN İlker DIBIRDIK
		6	ISOKİNETİC STRENGTH AND BASKETBALL	Öğr. Gör. Dr. Muhammed YILDIZ
		7	THE ROLE OF ISOKİNETİC STRENGTH İN SOCCER	Öğr. Gör. Dr. Muhammed YILDIZ

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
14 Aralık / Dec 14, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Doç. Dr. Abdullah Candan Doç. Dr. Çağatay Yamçıçıer Doç. Dr. Cihan Kürkçü**	1	REUSE OF INDUSTRIAL WASTES: PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF CERAMIC WALL TILES WITH MARBLE WASTE AND COLEMANITE ADDITIVES	Undergraduate Student, Esra GÜÇLÜ Lecturer Dr.,Saadet GÜLER
		2	BİYOMEDİKAL UYGULAMALAR İÇİN ALTERNATİF ÜÇLÜ SİSTEM: TAVUK HİDROKSİAPATİT-%0.5 TİTANYUM OKSİT-%(0.25/0.50) LANTANYUM OKSİT	Dr. Öğr. Üyesi, SÜLEYMAN SERDAR PAZARLIOĞLU Dr., HASAN GÖKÇE
		3	TAVUK HİDROKSİAPATİT-%1 MAGNEZYUM OKSİT SİSTEMİNE %0.25-1.0 ORANLARINDA YTRİYUM OKSİT İLAVESİ VE ETKİSİNİN İNCELENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi, SÜLEYMAN SERDAR PAZARLIOĞLU Dr., HASAN GÖKÇE
		4	AuCu 3 -TİPİ İKİLİ İNTERMETALİK BİLEŞİK NdIr 3 ’ÜN YAPISAL, ELASTİK ÖZELLİKLERİ ve FONON STABİLİTESİ	Doç. Dr. Abdullah Candan Doç. Dr. Çağatay Yamçıçıer Doç. Dr. Cihan Kürkçü
		5	Li 2 MgGe HEUSLER BİLEŞİĞİNİN YAPISAL, ELEKTRONİK VE ELASTİK ÖZELLİKLERİ	Doç. Dr. Abdullah Candan Doç. Dr. Cihan Kürkçü Dr. Çağatay Yamçıçıer
		6	RARE EARTH ELEMENT CHARACTERİSTİCS OF ARSENİC-RİCH OXİDİZED LEAD MİNERALİZATİON İN ALADAĞLAR KURTTEPE (YAHYALI-KAYSERİ)	MS, Ufuk KESKİN Assoc. Prof. Dr., Berna YAVUZ PEHLİVANLI
		7	ELEMENT POTENTIALS OF RED COLORED NEOGENE KAZMACA FORMATION AND UPPER EOCENE-LOWER MIOCENE INCIK AND BAYINDIR FORMATIONS CROPPING OUT AROUND KIRIKKAL	Menevşe ALTAN Berna YAVUZ PEHLİVANLI

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
14 Aralık / Dec 14, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Doç. Dr. Cennet ŞANLI**	1	DİJİTAL EĞİTSEL OYUN DESTEKLİ FEN EĞİTİMİNİN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN ÖĞRENME MOTİVASYONLARINA, BAŞARILARINA VE TEKNOLOJİ TUTUMLARINA ETKİSİ	Prof. Dr. Gonca KEÇECİ Prof. Dr. Fikriye KIRBAĞ ZENGİN Prof. Dr. Raşit ZENGİN Hümeyra ÖZDEMİR
		2	ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN DİJİTAL EĞİTSEL OYUN DESTEKLİ FEN EĞİTİMİNE YÖNELİK GÖRÜŞLERİ	Prof. Dr. Gonca KEÇECİ Prof. Dr. Fikriye KIRBAĞ ZENGİN Prof. Dr. Raşit ZENGİN Hümeyra ÖZDEMİR
		3	EDUCATION POLICIES IN TURKEY: A LOOK INTO THE FUTURE WITH 21ST CENTURY SKILLS	Dr. Burcu KARAMAN Prof. Dr. Oğuzhan KARADENİZ
		4	2018 ve 2024 COĞRAFYA DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMLARININ BECERİ BOYUTUNDA KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ	Doç. Dr. Cennet ŞANLI
		5	REFLECTION OF FORM EXPRESSIONS ON THE DESIGN PRODUCT: BASIC DESIGN COURSE STUDENT STUDIES	Assoc. Prof. Dr, BANU KARAŞAH Assoc. Prof. Dr, EMİNE TARAKCİ EREN
		6	CONCEPT STUDIES IN BASIC DESIGN COURSE: WOMEN AND WATER CONCEPTS	Assoc. Prof. Dr, BANU KARAŞAH Assoc. Prof. Dr, EMİNE TARAKCİ EREN
		7	FAMILY PARTICIPATION IN PRIMARY EDUCATION FROM THE PERSPECTIVE OF VILLAGE TEACHERS	Yüksek Lisans Öğrencisi ŞEYMANUR TUNAHAN Dr. Öğr. Üyesi DİDEM KAYAHAN YÜKSEL
		8	TEK EBEVEYNLİ 60-72 AYLIK ÇOCUKLARIN ALICI DİL VE İFADE EDİCİ DİL BECERİLERİNİN DEĞİŞKENLER AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI	Çocuk Gelişimci, Sıddıka Nur ÖZDÜVEN Dr. Öğretim Üyesi, Özlem AKKOYUN SERT

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
14 Aralık / Dec 14, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	**Assist. Prof.Dr. Hatice Nur GERMİR**	1	INVESTIGATION OF WORLD INSURANCE PREMIUM PRODUCTION ON TÜRKİYE SCALE	Assist. Prof.Dr. Hatice Nur GERMİR
		2	INVESTIGATION OF CUSTOMER COMPLAINTS REGARDING BANKING - FINANCIAL SERVICES AND PRODUCTS BEFORE CONSUMER ARBITRATORS: THE CASE OF MANİSA PROVINCE	Assist. Prof.Dr. Hatice Nur GERMİR
		3	THE RELATIONSHIP BETWEEN URBANIZATION AND INCOME INEQUALITY: THE CASE OF RCEP COUNTRIES	Doç. Dr. Hikmet AKYOL Dr. Öğr. Üyesi Kübra GÜL
		4	AKADEMİNİN ZİRVESİNE YOLCULUK: DARON ACEMOĞLU VE NOBEL EKONOMİ ÖDÜLÜ'NE GİDEN SÜREÇ	Doktorant, Fatma Pınar BEDEL TOPLU Prof. Dr. Savaş ERDOĞAN
		5	HOŞNUTSUZLUĞUN MATEMATİĞİ: HOŞNUTSUZLUK ENDEKSİ TANIMI, TARİHSEL GELİŞİMİ VE UYGULAMALARI	Doktorant, Fatma Pınar BEDEL TOPLU Prof. Dr. Savaş ERDOĞAN
		6	THE RELATIONSHIP BETWEEN GDP PER CAPITA AND ELECTRICITY ACCESS IN ZAMBIA: AN ARDL APPROACH	Özgür Özaydın Anıl Dağdemir
		7	THE IMPACT OF DEFORESTATION ON ECONOMIC GROWTH: EVIDENCE FROM NICARAGUA	Özgür Özaydın Anıl Dağdemir

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

14 Aralık / December 14, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Assis. Prof. Dr. Sibusiso Ndlovu**	1	TECHNOLOGY-ENABLED LEARNING: INTEGRATING AI IN MODERN CLASSROOMS	Arun Kumar
		2	CULTIVATING INCLUSIVE LEARNING: ACTIVE STRATEGIES FOR TEACHING CHILDREN WITH AUTISM	Ayaka Nwosu
		3	ENHANCING BUSINESS PERFORMANCE: STRATEGIC COMPETITIVE ADVANTAGES IN SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES	Oluwaseun Adeyemi, Jabulani Moyo
		4	IMPACT OF CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY ON BUSINESS PERFORMANCE IN EMERGING MARKETS	Fatimah Khalid,
		5	A COMPREHENSIVE APPROACH TO ORGANIZATIONAL EFFECTIVENESS IN PORT MANAGEMENT ,	Assis. Prof. Dr. Sibusiso Ndlovu
		6	TRANSFORMING EDUCATIONAL MODELS: THE ROLE OF AI IN SHAPING THE FUTURE OF LEARNING	Mohammad Alhassan, Anjana Sharma
		7	NAVIGATING THE CHALLENGES OF INTERNATIONAL STUDY IN THE POST-PANDEMIC ERA ,	Dr. Moyo Ibrahim, Rashid Abdi
		8	DIGITAL CONTENT STRATEGY: EXAMINING THE CORE ELEMENTS AND THEIR IMPACT ON BUSINESSES	Maria Oliveira, Jun Hee Kim, Miriam Dlamini, Ahmed Al-Mansoori
		9	A COMPREHENSIVE APPROACH TO CONSUMER BEHAVIOR RESEARCH IN ACADEMIA	Dr. Leila Ayari, Dr. Karim Alouani

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

14 Aralık / December 14, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Assis .Prof. Dr. Abdullah Al-Omari,**	1	NAVIGATING THE CHALLENGES OF INTERNATIONAL STUDY IN THE POST-PANDEMIC ERA	Dr. Ibrahim Rashid Abdi,
		2	TRANSFORMING EDUCATIONAL PRACTICES THROUGH DIGITAL COACHING: A NEW PARADIGM IN SAUDI ARABIA	Dr. Fatima Al-Zahrani, Assis .Prof. Dr. Abdullah Al-Omari,
		3	DESIGNING INTELLIGENT LEARNING ENVIRONMENTS IN MUSIC EDUCATION: AN ONTOLOGICAL PERSPECTIVE	Dr. Ahmed Karim, Dr. Linda Khoury,
		4	INTEGRATING PRACTICAL LEARNING AND THE FLIPPED CLASSROOM MODEL IN VOCATIONAL EDUCATION	Dr. Anwar El-Mohammed, Assis. Prof. Dr. Latif Kharroubi,
		5	ETHNOLINGUISTIC DYNAMICS AND CULTURAL EVOLUTION IN POST-COLONIAL AFRICA	Dr. Nwabueze Chukwuma
		6	MEMORY AND MEANING: VISITORS' PERCEPTIONS OF NATIONAL IDENTITY AT THE "ADEM JASHARI" MEMORIAL COMPLEX IN KOSOVO	Dr. Elvana Krasniqi Dr. Berat Ismaili
		7	SUSTAINABLE TOURISM AND COMMUNITY ENGAGEMENT IN KAKUM NATIONAL PARK, GHANA: A PATH TOWARDS ECO-TOURISM DEVELOPMENT	A. Owusu L. Mensah
		8	ADAPTING NON-TRADITIONAL MARKETING STRATEGIES FOR HERBAL PRODUCT PROMOTION: A CROSS-CULTURAL PERSPECTIVE	Aisha Balarabe Yusuf Al-Mustafa,
		9	THE EXPERIENCES AND CHALLENGES OF JOURNAL REVIEWERS IN EVALUATING QUALITATIVE RESEARCH: A QUALITATIVE STUDY	Amina Kamara,
		10	RESEARCH ON THE PRESERVATION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF HISTORICAL TOWN LANDSCAPES: A CASE STUDY OF QIKOU	Chen Mei Lin, Zhang Wei

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

14 Aralık / December 14, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Dr. Kwabena Owusu-Boakye,**	1	ENHANCING INSTITUTIONAL SUSTAINABILITY THROUGH STRATEGIC FRAMEWORKS AND MULTI-STAKEHOLDER COLLABORATION	Emmanuel Nwankwo Mei-Ling Zhang Felipe Oliveira
		2	IMPACT OF CUSTOMER FEEDBACK ON EMOTIONAL LABOR AND JOB SATISFACTION IN SERVICE-ORIENTED CALL CENTERS	Adebayo Nwankwo, Zanele Mthembu
		3	INTELLIGENT ALGORITHMS FOR PORTFOLIO MANAGEMENT IN FINANCIAL TECHNOLOGY	Maria Otieno Rodrigo Silva Asha Patel
		4	OPTIMIZING WORK SYSTEM DESIGN FOR SME PRODUCTIVITY: A META-ANALYTICAL REVIEW	R. O. Akinyele H. Tanaka
		5	IMPACTS OF SOCIAL INTERACTIONS IN LIVESTREAMING ON CONSUMER PURCHASE INTENTIONS: A BEHAVIORAL ENGAGEMENT PERSPECTIVE	Paulo Henrique da Silva Xiaoyan Zhang Amina Yusuf
		6	ENHANCING PRIVACY WHILE UTILIZING DATA MINING FOR PREDICTIVE POLICING IN DOMESTIC AND SEXUAL VIOLENCE CASES	Dr. Ana Sofia Mendes Dr. Kwabena Owusu-Boakye,
		7	UNDERSTANDING THE TOURIST EXPERIENCE: A STUDY OF JAPANESE TOURISTS IN FRANCE	Hiroshi Yamamoto, Akiko Sato, Julien Dupont
		8	COMPARATIVE ECONOMIC EVALUATION OF FLOATING PHOTOVOLTAIC SYSTEMS IN EMERGING MARKETS	Amina Ibrahim, Rafael Santos

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

14 Aralık / December 14, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Prof. DR. Ehsan Abbas,**	1	RECONCEPTUALIZING THE LIVING HERITAGE: A STUDY OF URBAN MUSEUMS IN HISTORIC SPACES	Amina Karim, Prof. Tarek Ahmed
		2	EVALUATING SUCCESS FACTORS OF PLAY-BASED INTERVENTION PROGRAMS FOR CHILDREN WITH DIVERSE NEEDS: A COMPARATIVE STUDY	Leila A. Khan, Yassir M. Nasser, Amira S. Abdullah
		3	THE IMPACT OF SOCIAL STRUCTURES ON PANDEMIC RESPONSE: A GLOBAL SOCIOLOGICAL STUDY	A. Kumar, M. Okafor, L. Chan
		4	EXAMINING THE IMPACT OF TEACHER BIAS ON THE EDUCATIONAL STRATEGIES FOR IMMIGRANT AND DISABLED STUDENTS	Dr. Niazi Ahmed, Prof. DR. Ehsan Abbas,
		5	STUDENTS' PERSPECTIVES ON ACCESSING PSYCHOLOGICAL SERVICES	R. Okojie, A. Ntse, L. Kumah
		6	EXAMINING THE ROLE OF GRANDMOTHERS IN CARING FOR ADOLESCENT ORPHANS IN THE CONTEXT OF HIV/AIDS	Siti Mariam & Ahmed El-Mahmoud
		7	IMPACT OF CHILD ABUSE ON MENTAL HEALTH AND ACADEMIC PERFORMANCE: A STUDY IN NAIROBI, KENYA	Aditya Putra, Budi Santoso
		8	SOCIO-DEMOGRAPHIC FACTORS INFLUENCING POST-TRAUMATIC STRESS DISORDER AMONG ADOLESCENTS EXPERIENCING DOMESTIC VIOLENCE IN UGANDA	Abdul Karim, Gloria Namirembe

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

14 Aralık / December 14, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Hiroshi Tanaka,**	1	SOCIOLGICAL ANALYSIS OF EMOTIONAL ABUSE IN SCHOOLS: A CASE STUDY IN A BRAZILIAN PRIMARY SCHOOL	Silva Pereira
		2	THE IMPACT OF ERROTIC TRANSFERENCE ON PSYCHOANALYTIC TREATMENT DURATION AND TERMINATION	Amina K. Idris, Leila R. Bello, Chike O. Okeke
		3	THE BUILT ENVIRONMENT AND CHILDREN IN URBAN POVERTY: A STUDY OF ENVIRONMENTAL PERCEPTIONS IN LAGOS, NIGERIA	Adebayo Alabi, Chiamaka Nwokedi
		4	UPCONVERSION LUMINESCENCE IN THE RED AND GREEN REGION OF Bi2O3@Yb3+, Nd3+ BASED OPTICALLY ACTIVE MATERIALS	M. Zhang, L. Zhao, H. Li, J. Liu, X. Wang
		5	THE IMPACT OF ADHD MEDICATION, CANNABIS, AND NICOTINE USE ON STUDENT MENTAL HEALTH: AN EXAMINATION OF SUBSTANCE ABUSE AND PSYCHOLOGICAL DISTRESS	Akira Yamamoto, Hiroshi Tanaka, Mei Li, Jun Kato
		6	THE IMPACT OF PURPOSE IN LIFE ON ACADEMIC SUCCESS AMONG COLLEGE STUDENTS	Fernando Almeida Mei Zhang Amira Oumarou
		7	OPTIMIZING DECISION-MAKING IN ORGAN TRANSPLANTATION: A DATA-DRIVEN APPROACH	R. Thompson, M. Sosa, J. Nguyen, L. Shah, N. Zhang, O. Adama
		8	SOCIETAL ATTITUDES TOWARD INCOME INEQUALITY IN AGE-DIFFERENT RELATIONSHIPS	Ahmed S. Farouq, Amina J. Diallo
		9	THE IMPACT OF GRATITUDE PRACTICE ON INTERPERSONAL RELATIONSHIPS AND THE ROLE OF PERCEIVED SUPERIORITY	Liu Mei, Wang Jun, Mohamed Farid
		10		

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

14 Aralık / December 14, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Maria R. dos Santos**	1	MINDFULNESS-BASED INTERVENTIONS IN ENHANCING SELF-WORTH AND WELL-BEING: THE INFLUENCE OF CONTINGENT SELF-ESTEEM ON PSYCHOLOGICAL WELL-BEING	Adebayo Alabi, Chiamaka Nwokedi
		2	YOUTH ENGAGEMENT IN PROSOCIAL ACTIVITIES AND ITS IMPACT ON MENTAL WELLBEING	Ahmad Karim, Fatu Sesay, Tariq Mohammed
		3	LETHAL SUICIDE RISK ASSESSMENT: CHALLENGES IN ESTABLISHING STANDARDS OF CARE FOR SUICIDE CASES IN MENTAL HEALTH FORENSICS	Maria R. dos Santos
		4	EXPLORING THE IMPACT OF INSECURE ATTACHMENT ON WOMEN IN COHABITATION: A COMPARATIVE STUDY FOR THERAPEUTIC INTERVENTION	Marta Ribeiro, Amina El-Sayed
		5	CULTURAL RITUALS AND COPING MECHANISMS AMONG WOMEN WHO EXPERIENCED ADOLESCENT PREGNANCY TERMINATION: A QUALITATIVE APPROACH	Lindiwe M. Dube Ayodele J. Olaniyan Fatimah N. Othman
		6	THE EPISTEMOLOGICAL ROLE OF EMOTIONS IN SCIENTIFIC THINKING AND CITIZENSHIP DEVELOPMENT	Amina Zuberi, Kwame Osei Tutu
		7	A STUDY OF CROSS-CULTURAL CONSUMER BEHAVIOR: THE IMPACT OF AFRICAN CULTURE ON EUROPEAN CONSUMER DECISION-MAKING	Leyla Huseynova, Emin Mammadov, Aysel Rahimova
		8	ACADEMIC SUCCESS AMONG GRANDIOSE AND VULNERABLE NARCISSISTS: THE ROLE OF SELF-ESTEEM AND SELF-EFFICACY	Dr. Ahmed Alhadi
		9	EMOTIONAL SECURITY AND EMOTIONAL COMPETENCE AMONG UNIVERSITY STUDENTS: A STUDY OF THE IMPACT OF GENDER AND SPECIALIZATION	Yara Ahmed Al-Mansoori, João Costa,
		10	MANAGING THE ARCHITECTURAL HERITAGE OF TUNISIA: A CASE STUDY OF THE MEDINA OF TUNIS	Laila Ben Ammar, Assoc. Prof. Dr. Karim Jebali

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

14 Aralık / December 14, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Assis. Prof. Dr. Juma Mkumba**	1	GREEK TRAGEDY AND IMMIGRANT THEATER IN EARLY 20TH CENTURY AMERICA: INTERSECTIONS OF CULTURAL EXPRESSIONS	Jamal Al-Khair, Assis. Prof. Dr. Sofia Ortiz
		2	THE IMPACT OF CRIMINALIZATION ON HOMELESSNESS: THE CASE FOR INNOVATIVE COURT INTERVENTIONS IN SALT LAKE CITY	Fatima Al-Khalifa, Ahmed Janahi,
		3	TOURISM SATELLITE ACCOUNT: STRATEGIES FOR DEVELOPMENT AND DATA MANAGEMENT	Assis. Prof. Dr. Liu Wenjie,
		4	THE ROLE OF GOSSIP IN SHAPING GENDER DYNAMICS: AN EXAMINATION OF ALICE GERSTENBERG'S HE SAID, SHE SAID	L. Cheng, M. Fadul
		5	HEALTHCARE WORKER RIGHTS AND VIOLATIONS IN AFRICA: ADDRESSING INJUSTICES AND PROMOTING PROTECTION	Amina M. Sulaiman, Kwame A. Yeboah, Sarah M. Osei, Jamal A. Kadir, Zawadi M. Kabanga
		6	FAITH-BASED HUMANITARIAN AID: THE ROLE OF RELIGIOUS ORGANIZATIONS IN REFUGEE CRISIS MANAGEMENT DURING CONFLICTS	Sophia Lungu, Assis. Prof. Dr. Juma Mkumba
		7	ROCK ART IN THE MOUNTAINS OF EASTERN ALGERIA: THE CASE OF THE TASSILI N'AJJER REGION	Ahmed Bouzid , Leila Merghoub , Mohamed Boudiaf
		8	REPRESENTATION OF MEMORY OF FORCED MIGRATION IN CENTRAL AND EASTERN EUROPE AFTER WORLD WAR II IN POLISH AND GERMAN FILMS	Amina Khatun, Luca Rossi

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

14 Aralık / December 14, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Dr. Ekaterina Ivanova**	1	SCIENTIFIC EXAMINATION OF "FERTILIZING WINDS" IN AL-QURAN: A HOLISTIC APPROACH	Amina Abdullah , Hassan Liu
		2	CONVENTION REFUGEES IN AUSTRALIA: STRUGGLING WITH IMMIGRATION POLICY AND UNMET RIGHTS	Samuel Kofi Attah, Anahita Rahimi
		3	THE ROLE OF TELECOMMUNICATION IN AFRICA'S DEVELOPMENT: FOSTERING CONNECTIVITY AND EMPOWERMENT	João Silva
		4	ANTI-WESTERN SENTIMENT IN THE ARAB WORLD AND ITS IMPACT ON RUSSIAN SUPPORT DURING THE UKRAINE CONFLICT	Amina Zayed Mohammed Al-Mansouri,
		5	RECONCEPTUALIZING INFORMAL ECONOMIES: STREET VENDING AND URBAN REDEVELOPMENT IN THE GLOBAL SOUTH	Nia Osei, Jungho Kim
		6	GLOBALISATION OF ART AND CULTURAL POLICIES: IMPACTS ON HERITAGE CONSERVATION IN AFRICA	Amadou N'Diaye, Dr. Ekaterina Ivanova
		7	EXPLORING THE ROLE OF SEMIOTICS IN BRAND DESIGN: A STUDY OF LOCALIZED VISUAL IDENTITY	Siti Amina Hassan, Ahmed Alhadi
		8	NEW ENVIRONMENTS IN CHINESE PHOTOGRAPHY: YAO LU'S INNOVATIVE LANDSCAPES	Dr. Jia Chen

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
14 Aralık / Dec 14, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Doç. Dr. Selin BİTİRİM OKMEYDAN**	1	ÜLKELERİN ÇEVRE POLİTİKALARINDA YEŞİL AKLAMA	Doç. Dr. Selin BİTİRİM OKMEYDAN
		2	EKOLOJİK VATANDAŞLIK ÇERÇEVESİNDE YENİ TÜKETİCİ PROFİLİ VE PAZARLAMADA MANİPÜLASYON	Doç. Dr. Selin BİTİRİM OKMEYDAN
		3		
		4	SİYASAL KAMPANYA ARACI OLARAK AÇILIŞ TÖRENLERİNDE SÖYLEM ÜRETİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	Dr. Öğr. Üyesi Mesut YILMAZ Prof. Dr. Mustafa İNCE
		5	A NEW MODEL IN DIGITAL BROADCASTING: AN EXAMINATION OF INTERNET TELEVISION THROUGH THE CASE OF BABALA TV	Ekin Görkem EMRECAN Prof. Dr. Mehmet Gökhan GENEL
		6	DIGITAL CULTURE CONSTRUCTION IN MODERN SOCIETY: THE EFFECTS OF TIKTOK PLATFORM ON CULTURAL TRANSFORMATION	Gizem YILMAZOĞLU Prof. Dr. Mehmet Gökhan GENEL

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
14 Aralık / Dec 14, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Prof. Dr. RAMAZAN ADIBELLİ**	1	SULTANS THE SYMBOL OF JUSTICE FROM THE LANGUAGE OF THE OTTOMAN PERIOD DIWAN OWNER SUFI AHMED QUDDÛSÎ FROM BOR AND ŞA'BAN KÂMÎ FROM DİYARBEKİR	Doç. Dr. M. Sait MERMUTLU
		2	UNDERSTANDING OF KHALVAT – UZLAT IN THE POEMS OF KADİRİYYE SHEIKH AHMED QUDDUSI	Doç. Dr. M. Sait MERMUTLU
		3	Popular Fortune Practice and Fortune Telling From The Perspective of Sociology of Religion	Dr. KAZIM KANDEMİR
		4	Semiological Analysis of Prayer Worship in Caricatures: Case of "Leman" Magazine	Dr. KAZIM KANDEMİR
		5	MÂTÜRÎDÎ VE İZMİRLİ ÖRNEKLEMİNDE BİLGİ EDİNME YOLLARI ARASINDA BİR KARŞILAŞTIRMA	Dr. Buket ATAMAN
		6	MATÜRÎDÎ'NİN TE'VÎLÂT'INA GÖRE HZ. SÜLEYMAN'IN DESTEKLENMESİ	Dr. Buket ATAMAN
		7	İslam İktisadında Zekat ve Vergi İlişkisi	Enise Nigar AKSOY
		8	Sectarian Bias in the Explanation of the Cause of Revelation A Comparative Analysis of the Verses on Alcohol	Assoc. Prof. Dr. Abdurrahman Ensari
		9	TÜRKLERİN İLK DÖNEM KUR'ÂN TERCÜMELERİNDE ARAPÇA ALINTIDAN HAREKETLE DİNÎ DİRENÇ TESPİTİ	YL Öğr. MELİKE AYDEM
		10	IS IT POSSIBLE TO EXIT JUDAISM? THE RELIGION-RACLE PROBLEM IN JUDAISM FROM THE PERSPECTIVE OF SHLOMO SAND	Prof. Dr. RAMAZAN ADIBELLİ
		11	A GENERAL OVERVIEW OF THE DISCUSSIONS ON THE HISTORICAL REALITY OF ABRAHAM, THE FIRST ANCESTOR OF THE HEBREWS	Prof. Dr. RAMAZAN ADIBELLİ

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
14 Aralık / Dec 14, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Doç. Dr. Ercan ŞAHBUDAK**	1	SOCIOECONOMIC EFFECTS OF INTERNATIONAL MIGRATION: LITERATURE REVIEW	Yaren GÖKAY Doç. Dr. Sefa ÖZBEK Dr. Öğr. Üyesi Mustafa NAİMOĞLU
		2	SOCIOLOGICAL DIMENSIONS OF HUMAN AND ANIMAL INTERACTION IN THE CONTEXT OF CHANGING SOCIAL RELATIONS	Doç. Dr. Ercan ŞAHBUDAK
		3	AESTHETIC CONCERNS OF YOUTH IN CONSUMER SOCIETY: IN THE CASE OF SİVAS CUMHURİYET UNIVERSITY STUDENTS	Doç. Dr. Ercan ŞAHBUDAK
		4	DEMOGRAFİK DEĞİŞKENLERİN BİREYLERİN HEKİM SAHİPLENME TUTUMLARI ÜZERİNDEKİ ROLÜ	Doç. Dr. Emine ATALAY Öğr. Gör. Kevser Hüsna ÖZYILDIZ Öğr. Gör. Hakan YÖNDEN
		5	WOMEN'S MURDERS FROM MEN'S POINT OF VIEW: A QUALITATIVE STUDY ON KIRIKKALE PROVINCE SAMPLE	Prof. Dr. Dolunay ŞENOL Dr. Gıyasettin YILDIZ
		6	BEING A 'HOUSEWIFE': WOMEN'S VIEW OF WORKING LIFE FROM THE EXAMPLE OF KIRIKKALE	Prof. Dr. Dolunay ŞENOL Dr. Gıyasettin YILDIZ
		7	THE IMPORTANCE OF TÜRKİYE IN TERMS OF THE FUTURE OF CLIMATE-INDUCED MIGRATION IN THE CONTEXT OF THE DECISIVE EFFECT OF TÜRKİYE'S STRATEGIC LOCATION ON MIGRATION ROUTES	Araş. Gör. ALİ SAYILGAN
		8	NAFAKA VE ERKEKLİK ÜZERİNE NİTEL BİR ÇALIŞMA	Prof. Dr. Dolunay ŞENOL Aynur TEKKE
		9	ANNELERİN İFADELERİ ÜZERİNDEN SOSYAL MEDYADAKİ ANNELİK	Prof. Dr. Dolunay ŞENOL Aynur TEKKE

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
14 Aralık / Dec 14, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Dr. Öğr. Üyesi Emine ÖZDAMAR**	1	A SHORT LOOK AT THE PROCESS OF PROVIDING EQUALITY BETWEEN MEN AND WOMEN IN TURKISH CITIZENSHIP LAW	Prof. Dr. Necla ÖZTÜRK Arş. Gör. Dr. Döndü KUŞCU
		2	EQUAL OPPORTUNITIES FOR WOMEN WITHIN THE SCOPE OF THE CONVENTION ON THE ELIMINATING ALL FORMS OF DISCRIMINATION AGAINST WOMEN (CEDAW)	Prof. Dr. Necla ÖZTÜRK Arş. Gör. Dr. Döndü KUŞCU
		3	Internet and The Right to Respect for Private Life	Dr. Öğr. Gör. Betül ÇATAL
		4	SOCIAL MEDIA AND FREEDOM OF EXPRESSION	Dr. Öğr. Gör. Betül ÇATAL
		5	LEGAL VALUE PROTECTED BY SEXUAL İNTERCOURSE WİTH A MİNOR	Doç. Dr. Ali Tanju SARIGÜL Gamze YILDIZ
		6	“REPORTING” REQUIREMENT IN THE PROTECTION PROHIBITION OF SEIZURE OF PROPERTY, RIGHTS AND RECEIVABLES (Article 128 of the Criminal Procedure Code)	Arş. Gör. ÖMER ÖZMEN BAŞTÜRK
		7	MAL REJİMİNİN TASFİYESİNDE LİMİTED ŞİRKET HİSSELERİNE TEDBİR KONULMASI VE TEDBİRİN İŞLEVSELLİĞİ SORUNU	Dr. Öğr. Üyesi Emine ÖZDAMAR

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
14 Aralık / Dec 14, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Dr. Öğr. Üyesi, AYŞE YAVUZ**	1	Assessing the Alignment of Aviation Management Curriculum with Sustainability Principles: A Comprehensive Proposal	Mevlüt ÜZÜLMEZ Erkam Emin AYVAZ
		2	DIGITAL AGRICULTURE RESEARCH THEMES AND TRENDS: TOPIC MODELING-BASED REVIEW	Assoc. Prof. Dr. HANDAN CAM Assoc. Prof. Dr. SERDAR AYDIN Lec. PhD. UĞUR DEMIREL
		3	DATAISM IN THE DİGİTAL AGE: A LITERATURE REVIEW AND AN ANALYSIS OF THE AWARENESS OF ACADEMİCS AT GUMUSHANE UNIVERSITY	Assoc. Prof. Dr. HANDAN CAM TAYFUR AYAS
		4	BOOMERANG EMPLOYEES: THE GROWING ROLE OF RETURNS IN BUSINESS	Dr. Öğr. Üyesi, AYŞE YAVUZ
		5	THE IMPACT OF PERCEIVED LEADERSHIP STYLES ON ORGANIZATIONAL BURNOUT: A STUDY ON TRAVEL AGENCY EMPLOYEES	Yüksek Lisans Öğrencisi Volkan BAŞAR Doç. Dr. Erkan TAŞKIRAN
		6	THE IMPORTANCE OF COMPLEMENTARY HEALTH INSURANCE İN ACCESS TO HEALTH SERVİCES	Öğr.Gör. FURKAN KARAHÜSEYİNOĞLU
		7	BANKİNG AND FİNANCİNG SYSTEMS İN HEALTH SERVİCES	Öğr.Gör. FURKAN KARAHÜSEYİNOĞLU

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
14 Aralık / Dec 14, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Doç. Dr. Mushap KURU**	1	ERYTHROGRAM IN NEONATAL CALVES	Doç. Dr. Mushap KURU Doç. Dr. Mustafa MAKAV
		2	LEUKOGRAM IN NEONATAL CALVES	Doç. Dr. Mushap KURU Doç. Dr. Mustafa MAKAV
		3	BUZAĞILARDA KALSİYUM VE FOSFOR DEĞİŞİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	Doç. Dr. Mustafa MAKAV Doç. Dr. Mushap KURU
		4	BUZAĞILARDA SODYUM, POTASYUM ve KLOR DEĞİŞİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	Doç. Dr. Mustafa MAKAV Doç. Dr. Mushap KURU
		5	SURGICAL CORRECTION OF PECTUS EXCAVATUM IN A CAT	Dr. Öğr. Üyesi Halil ALAKUŞ Dr. Öğr. Üyesi İbrahim ALAKUŞ
		6	SURGICAL TREATMENT OF A DOG WITH COMPLETE ACHILLES TENDON RUPTURE	Asst. Prof. İbrahim ALAKUŞ Asst. Prof. Ömer KIRGIZ
		7	CORNEOCONJUNCTIVAL GRAFT TREATMENT IN A PERSİAN CAT WITH CORNEAL SEQUESTRA	Asst. Prof. Ömer KIRGIZ Asst. Prof. Üyesi Halil ALAKUŞ

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
14 Aralık / Dec 14, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Doç. Dr. Hacer AKER**	1	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF GRADUATE THESES ON HEALTH COMMUNICATION	Yüksek Lisans Öğrencisi Zeynep KARAGÜZEL Dr. Öğr. Üyesi Elif ÖZDİL DEMİREL
		2	ANTI-FINLAND SOVIET PROPAGANDA IN THE SECOND WORLD WAR	Öğr. Gör. Dr. Mehmet Ozan GÜLADA
		3	JOURNALISM AT GROUND ZERO: HOW THE TURKISH MEDIA COVER THE ISRAELI-PALESTINIAN WAR?	Doç. Dr. Hacer AKER
		4	"KORKUNÇ, KORKUNÇ, KORKUNÇ KOŞULLAR" Soykırım Sırasında Gazze'deki Öğrencimle Dijital Paylaşımlar	Doç. Dr. Hacer AKER
		5	TÜRK MEDYASINDA NEFRET SÖYLEMİ; TÜRK BASININDA SURİYELİ MÜLTECİLERİN TEMSİLİ	Suzan YİĞİT ALPASLAN

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
14 Aralık / Dec 14, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Doç. Dr. Mahmut İNAN**	1	Özellik Arz Eden Faturalar ve Muhasebeleştirilmeleri	Dr.Öğr.Üyesi Gökhan Baral
		2	RELATIONSHIP BETWEEN FINANCIAL DEVELOPMENT AND FOREIGN TRADE: THE CASE OF D-8 COUNTRIES	Dr. Öğretim Üyesi, Muhammet KARANFİL Yüksek Lisans Öğrencisi, Elif YANAR
		3	KATILIM BANKALARININ FİNANSAL ETKİNLİK ANALİZİ	Doç. Dr. Aşır ÖZBEK
		4	KATILIM SİGORTA ŞİRKETLERİNİN EDAS İLE ANALİZİ	Doç. Dr. Aşır ÖZBEK
		5	BÜRO YÖNETİMİ VE SEKRETERLİK MESLEĞİNE DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN ETKİLERİ	Öğr. Gör. Dr. Tülin MERCAN
		6	BÜRO YÖNETİM FAALİYETLERİNDE GELENEKSEL OFİS YAPILARINDAN YEŞİL OFİS YAPISINA DÖNÜŞÜMÜN ETKİLERİ	Öğr. Gör. Dr. Tülin MERCAN
		7	AKILLI KENT VE KENTSEL GÜVENLİK KAVRAMLARI ÜZERİNE BİBLİYOMETRİK BİR İNCELEME	Prof. Dr. Alper ÖZMEN Doç. Dr. Abdullah KILIÇARSLAN
		8	URBAN RESILIENCE AND SMART CITIES: BIBLIOMETRIC ANALYSIS AND THEMATIC TRENDS FOR THE PERIOD 2011-2024	Assoc. Prof. Abdullah KILIÇARSLAN Prof. Dr. Alper ÖZMEN
		9	PURPOSE AND DEVELOPMENT OF INDIVIDUAL RETIREMENT SYSTEM IN TURKEY	Doç. Dr. Mahmut İNAN

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

14 Aralık / December 14, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Assoc. Prof. Dr. Rodrigo Silva,**	1	THE LINGUISTICS OF INMATE COMMUNICATION: UNDERSTANDING PRISON SLANG AND SOCIAL IDENTITIES	Abdulrahman Al-Khaled, Fatimah R. Alhajri
		2	THE SOCIOLINGUISTICS OF UNDERGROUND COMMUNICATION IN CLOSED SPACES	Somchai Vongkham
		3	RESOURCE-EFFICIENT SCHEDULING ALGORITHM FOR COMPLEX COMPUTATIONAL WORKFLOWS IN HETEROGENEOUS SYSTEMS	Jana Nováková, Dr. Petr Dvořák
		4	AUTOMATED FACT-CHECKING USING CONTEXTUAL AUGMENTATION AND MULTI-DIMENSIONAL SEARCH	Assoc. Prof. Dr. Rodrigo Silva,
		5	RESOURCE-EFFICIENT SCHEDULING ALGORITHM FOR COMPLEX COMPUTATIONAL WORKFLOWS IN HETEROGENEOUS SYSTEMS	Akram Al-Mansoori, Zainab Faris
		6	IMPACT OF ROBOTIC ASSISTANCE ON AUTISM SPECTRUM DISORDER: EVALUATING SOCIAL INTERACTIONS AND COMMUNICATION SKILLS WITH THE NAO ROBOT ,	Natalia Sokolova, Assoc. Prof. Dr. Dmitry Ivanov
		7	IMPROVING WORD MEANING RETRIEVAL WITH ADVANCED NLP APPROACHES AND FASTTEXT EMBEDDINGS	Assis. Prof. Dr. Matteo Rossi
		8	SECURITY ARCHITECTURE FOR TRUSTED COMPUTING USING RISC-V TECHNOLOGY	Prof. DR. Ekaterina Ivanova

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

14 Aralık / December 14, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Assis. Prof. Dr. Zinaida Akmatova**	1	DEVELOPING A GLOBAL MUSIC COGNITION MODEL: INTEGRATING EMOTIONS AND CULTURAL DIVERSITY	Aysha Habib Javed
		2	THE IMPACT OF SECOND LANGUAGE MOTIVATIONAL SELF-SYSTEM ON WILLINGNESS TO COMMUNICATE IN ENGLISH: A STUDY OF BRAZILIAN STUDENTS IN EFL CLASSROOMS	Lec. Dr. Luana Pereira,
		3	A MACHINE LEARNING APPROACH FOR INCIDENT TICKET MANAGEMENT IN SOCIAL SYSTEMS	Alejandro Ramírez, Valentina Pérez
		4	LATENCY-BASED MOTION DETECTION USING SPIKING NEURAL NETWORKS: A COMPUTATIONAL APPROACH	Amina Hassan, Jamilia Kamara
		5	SELF-SUPERVISED PRETRAINING ON fMRI DATA FOR BRAIN DECODING APPLICATIONS	Aibek Nurmukhammedov, Assis. Prof. Dr. Zinaida Akmatova
		6	ADVANCED VISUAL SLAM TECHNIQUES FOR DYNAMIC INDOOR ENVIRONMENTS	Dr. Wei Liu, Dr. Imane Zaki, Dr. Amir Hassan, Dr. Lijuan Chen, Assoc. Prof. Dr. Ibrahim Alhassan
		7	DISAMBIGUATION IN NLP: CONTEXTUAL MODELS FOR RESOLVING LEXICAL AMBIGUITY	Maria Oliveira,

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

14 Aralık / December 14, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Assis. Prof. Dr. Erjon Hoxha**	1	ACCELERATION-BASED MOTION MODEL FOR IMPROVED VISUAL SLAM PERFORMANCE	Ibrahim Oumar, Niazi Zhang, Marwa Ouedraogo, John Kitely
		2	DESIGN OF AN ELLIPTIC CURVE CRYPTOGRAPHY PROCESSOR FOR HIGH-SPEED APPLICATIONS	Carlos Silva, Maria Oliveira, Wang Wei, James Ochieng
		3	THE IMPACT OF DIGITAL WORD WALLS ON ENGLISH VOCABULARY ACQUISITION IN SECOND LANGUAGE LEARNERS	Ahmed Zainab, Niazi Ali
		4	GENDERED ANIMAL METAPHORS IN THE CONTEXT OF SOUTH AFRICAN LANGUAGES	Matteo Bianchi, Prof. Dr. Isabella Ferrari
		5	COVID-19 ICU CLINICAL NOTES ANALYSIS USING FINE-TUNED NLP MODELS	Farida Nabila, Yassir Mansour, Omar Al-Farsi, Huda Salah
		6	THE ROLE OF MULTILINGUALISM IN ENHANCING EMPLOYABILITY: A COMPARATIVE STUDY IN EUROPEAN COUNTRIES	Tsermaa Bat-Erdene, Naranjargal Enkhbold,
		7	THE ROLE OF MULTILINGUALISM IN ENHANCING EMPLOYABILITY: A COMPARATIVE STUDY IN EUROPEAN COUNTRIES	Baatar Enkhbayar, Sarnai Tsetseg, Altan Bold
		8	DRIVE-RELATED BEHAVIOR AND COGNITIVE PROCESSES: A COMPREHENSIVE EXAMINATION	Dr. Lira Kodra, Assis. Prof. Dr. Erjon Hoxha

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

14 Aralık / December 14, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Assoc. Prof. Dr. Marek Nowak**	1	SENTIMENT ANALYSIS OF FAKE MEDICAL NEWS USING NAIVE BAYES CLASSIFICATION MODELS	Dr. Laurent Dupont, PHD. Emma Vermeulen
		2	LEARNABILITY WITHOUT UNIFORM CONVERGENCE: EXAMINING THE CHALLENGE OF HIGH-DIMENSIONAL LEARNING PROBLEMS	Juan Carlos López, María Teresa Sánchez, Roberto Pérez, Ana María Flores, Luis Fernando García
		3	NATIVE LANGUAGE IDENTIFICATION USING CROSS-CORPUS EVALUATION: EXPLORING TWITTER DATA	Amanuel Tesfaye, Selam Kidane, Mebrahtu Berhe
		4	SENTIMENT ANALYSIS IN FINANCIAL MARKETS USING BERT-BASED MODELS	Giorgi Mikautadze, Levan Tsintsadze, Nino Baramidze
		5	THE EVOLUTION OF GRANDCHILD TERMINOLOGY IN ANCIENT NEAR EASTERN INSCRIPTIONS	Nursultan Abdirashov, Amina Zhunusova, Daniyar Turganbekov
		6	SOUND INSTANCES AND THE ART OF PERCEPTION IN ACOUSTIC LANDSCAPES	Katarzyna Kowalska, Assoc. Prof. Dr. Marek Nowak
		7	A HYBRID THEORETICAL FRAMEWORK FOR EVALUATING MOBILE LANGUAGE LEARNING APPLICATIONS	Ali Hassan Al-Maamouri, Dr. Rana Saeed Abdullah
		8	COMPARING SUMEROGRAMS IN AKKADIAN AND ARAMEOGRAMS IN MIDDLE PERSIAN	Elvin Aliyev, Nigar Mammadova
		9	ADVANCED SENTIMENT ANALYSIS USING MULTI-CHANNEL CONVOLUTIONAL NETWORKS AND GRAPH-BASED MODELS	Dr. Ahsan Khan, Prof. Zahra Iqbal
		10		

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

14 Aralık / December 14, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	Assis. Prof. Dr. Yazdanmehr Jahed	1	SELECTIVE REMOVAL OF CARBAMAZEPINE FROM AQUEOUS SOLUTIONS USING MOLECULAR IMPRINTED POLYMERS (MIPS)	Chen Wei, Anika Luo, Kang Hong, Zhao Mei
		2	OPTIMIZATION OF RP-HPLC FLUORESCENT DETECTION FOR NORFLOXACIN IN HUMAN PLASMA	Amira Ahmed, Faisal Ali, Omar Razaq, Sara Khan
		3	ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF PLUMERIA ALBA PETALS EXTRACTS	Lina Mejia, Carlos Hernandez, Rachelle Kumar
		4	PREVENTING FALSE ALERTS IN DRUG-DRUG INTERACTION ALERT SYSTEMS	Naomi Takahashi, Kenzo Ito, Satoshi Tanaka
		5	IMPACT OF OIL PALM DEVELOPMENT ON WILDLIFE: LOCAL DAYAK PERSPECTIVES	Rina Alatas, Tarek Omar, Fadiha Yusof
		6	ADDRESSING WATER SCARCITY IN SAUDI ARABIA: STRATEGIES FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT	Ahmed Ghanim, Dr. Laila Al-Harbi
		7	IMPACT OF PARTICLE SIZE ON TRANSPORT AND DEPOSITION IN POROUS MEDIA UNDER STEADY FLOW CONDITIONS	Akridiss Tabach, Chetehouna Gascoin, M. S. Kadiri
		8	STUDY OF COMPRESSION AND TENSION PROPERTIES OF MAGNESIUM ALLOYS UNDER LARGE STRAIN CONDITIONS	Assis. Prof. Dr. Yazdanmehr Jahed

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

14 Aralık / December 14, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Prof. Dr. Mohammed Abed**	1	INFLUENCE OF INJECTION PRESSURE ON FLAME STRUCTURE IN GAS-CENTERED SWIRL COAXIAL INJECTORS	Park Song, Wooseok Sunjung, Jaye Lee, Jongkwon Koo
		2	EVALUATION OF WASTE ENERGY RECOVERY IN GAS SWEETENING PROCESS THROUGH SIMULATION	Meisam Farhani, Hassan Ali Ozgoli, Foad Moghadasi
		3	DYNAMIC RESPONSE OF SHIPS TO SUDDEN EXTERNAL FORCES: A STUDY OF STABILITY AND SAFETY	Bo Qasim, Gao Liangtian, Idrees Liu
		4	OPTIMIZATION OF AIRCRAFT FUEL CONSUMPTION USING ADAPTIVE WINGLETS: A STUDY ON CESSNA CITATION X	Botez Segui, Bezin Simon, Mihaela Marine
		5	ENHANCING MORPHODYNAMICS SIMULATION WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SHALLOW WATER FLOWS	S. K. Nguyen, T. A. Zhao
		6	BIOINSPIRED DESIGN FOR AIRFOIL PERFORMANCE OPTIMIZATION USING HUMPBACK WHALE FLIPPER STRUCTURE	P. H. Zhang
		7	OPTIMIZING BEARING TOLERANCES FOR ENHANCED FATIGUE LIFE IN WASHING MACHINE COMPONENTS	M. A. Santos
		8	USING CELLULOSE NANOMATERIALS AS ECO-FRIENDLY LUBRICANTS IN INDUSTRIAL APPLICATIONS	Prof. Dr. Mohammed Abed
		9	STUDYING POST-STALL AERODYNAMICS WITH CAMBER LOSS AND FLOW SEPARATION EFFECTS	X. P. Wang, D. H. Li
		10		

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

14 Aralık / December 14, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7		1	MODELING COMPRESSIBLE GAS FLOW IN PIPES AND POROUS MEDIA DURING BLOWDOWN OPERATIONS	J. E. Pérez, M. T. Herrera
		2	EFFECTIVE METHODS FOR MODELING AND CONTROLLING SMART STRUCTURES WITH DAMPING MECHANISMS	Hassan Al-Mansoori, Tariq Al-Zahrani
		3	AUTOMATION AND HUMAN-MACHINE INTERFACE IN AIR TRAFFIC CONTROL: A NEW APPROACH TO MITIGATING OOTL EFFECTS	Luis Torres, Juan Perez, Maria Lopez, Sergio Morales
		4	IMPROVING ENERGY EFFICIENCY IN GAS SWEETENING: RECOVERY OF WASTE HYDRAULIC ENERGY	Faisal Al-Omari, Tariq Al-Hammadi, Ahmed Jassim
		5	COMPRESSION-TENSION CHARACTERISTICS OF AZ31B MAGNESIUM ALLOYS UNDER LARGE STRAIN CONDITIONS	Mohammad Saeed Ghasemi
		6	BIOMARKERS IN AQUATIC POLLUTION: THE USE OF SNAILS IN LAKE MANZALA FOR HEAVY METAL DETECTION	Josefina Alvarez, Carlos Rivera, Laura Gutierrez
		7	EFFECTIVENESS OF HERBICIDES WITH NITROGEN FERTILIZER ADDITIVE ON WILD BARLEY CONTROL	Mohammad Alavi, Reza Tabrizi
		8	THE POTENTIAL OF SALVIA SCLAREA L. IN PHYTOREMEDIATION OF HEAVY METAL-POLLUTED SOILS	Yuriko Tanaka, Hiroshi Nakamura, Mei Lin,
		9	EFFECTS OF COMPOST ON HEAVY METAL UPTAKE AND NUTRIENT DISTRIBUTION IN ORIENTAL TOBACCO GROWN IN POLLUTED SOIL	Rashid Shams, Khaliq Abdullah, Amina Rahman,
		10		

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES Dec 13 - 15, 2024 – Konya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
14 Aralık / December 14, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Dr. Lina A. Hossain,**	1	AFLATOXIN CONTAMINATION IN RICE FROM GUYANA: INITIAL FINDINGS AND IMPACT ON FOOD SAFETY	Carlos Sanchez, Alejandro Rivera, Juan Pineda,
		2	POLICY RECOMMENDATIONS FOR RICE FIELD CONVERSION MANAGEMENT IN SOUTH SULAWESI, INDONESIA	Ali Hasani, Zeinab Mohammadi,
		3	IMPACT OF RECLAIMED AGRO-INDUSTRIAL WASTEWATER ON SOIL CHEMISTRY FOR HERBACEOUS CROP IRRIGATION IN SOUTHERN ITALY	Giovanni Di Luca, Franco Tancredi,
		4	ASSESSING WATER EFFICIENCY IN CITRUS FARMING UNDER CLIMATE CHANGE IN THE SOUSS REGION, MOROCCO	Jamil Ahmed, Rafik Ali,
		5	IMPACT OF AGRICULTURAL PRACTICES ON SMOOTH BROMEGRASS PERFORMANCE UNDER SEMIARID CONDITIONS	Zayd M. Hassan,
		6	FACTORS AFFECTING IMMUNOGLOBULIN ABSORPTION IN CAMEL CALVES AND ITS IMPLICATIONS FOR THEIR HEALTH	Dr. Lina A. Hossain,
		7	UTILIZING ESSENTIAL OILS AS ANTIBACTERIAL ADDITIVES IN POULTRY FEED: FORMULATION AND EFFICACY	Mehmet J. Kambiz, Khaled A. Jamil,
		8	HORMONAL BIOMARKERS OF INFERTILITY IN DAIRY COWS: A COMPARATIVE STUDY OF FERTILE AND INFERTILE COWS	Farouk B. Khalil Mahmoud I. Omer
		9	EFFECTIVENESS OF INTERTIDAL STAKE NET FISHING METHODS IN KUWAIT: A COMPREHENSIVE ANALYSIS	Yassir M. Zain, Abdullah A. Rami
		10		

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / Dec 15, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**DOÇ. DR. AYBÜKE BETÜL DOĞAN**	1	ON THE WORD AWURTA	DOÇ. DR. AYBÜKE BETÜL DOĞAN
		2	ON GIFTS IN DIVANU LUGATI'T TURK	DOÇ. DR. AYBÜKE BETÜL DOĞAN
		3	THE FUNDAMENTAL DILEMMA OF TRANSLATION STUDIES: UNIVERSALIST AND MONADIST APPROACHES	Doç. Dr. Mehmet Akif Duman
		4	THE AMBIGUITY OF REFERENCE AND THE PROBLEM OF UNTRANSLATABILITY IN TRANSLATION STUDIES	Doç. Dr. Mehmet Akif Duman
		5		
		6	BİR ANLATI FORMU OLARAK *SOLGUN DEMET* ESERİNDE SÖYLEM	Dr. MUSTAFA OKÇUL
		7	LITERATURE AS AN ART ACCORDING TO İZZEDDİN İSMAİL	Doktora Öğrencisi, Mirsat YAVİ Prof. Dr. Mehmet Şirin ÇINAR
		8	SALAHUDDİN AL-SHARİF AND HIS CONTRIBUTION TO APPLIED LINGUISTICS	Araş. Gör. Dr. Esma KAYA ASLAN Prof. Dr. Mehmet Şirin ÇINAR

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / Dec 15, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Prof. Dr. Ahmet AKIN**	1	MATERNAL BURNOUT SCALE: A VALİDİTY AND RELİABİLİTY STUDY	Prof. Dr. Ahmet AKIN Yüksek Lisans Öğrencisi, Berfin ÇOBAN
		2	LOSS OF INTEREST SCALE IN SPOUSE AFTER CHILD: VALIDITY AND RELIABILITY STUDY	Prof. Dr. Ahmet AKIN Yüksek Lisans Öğrencisi BETÜL ZEHRA GİRGİN
		3	CHILD CENTERED FAMILY: VALIDITY AND RELIABILITY STUDY	Prof. Dr. Ahmet AKIN Yüksek Lisans Öğr. Zahide AYDEMİR
		4	LATE MARRIAGE ANXIETY SCALE: VALIDITY AND RELIABILITY STUDY	Prof. Dr. Ahmet AKIN Yüksek Lisans Öğr. Ayşe Kütüklüoğlu
		5	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF ACADEMIC STUDIES WRITTEN ON FAMILY INVOLVEMENT IN SCHOOL	Özlem Kaya Didem Kayahan Yüksel
		6	ADOLESCENTS' SENSE OF NATIONAL BELONGING SCALE: A STUDY ON VALIDITY AND RELIABILITY	Prof. Dr. Ahmet AKIN Yüksek Lisans Öğr. Nuran ÇONKAR

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / Dec 15, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Assoc. Prof. Dr. Süleyman BALCI**	1	ETHICAL VALUES AND TENDENCY OF SPORTSMANSHIP IN ATHLETES	Assoc. Prof. Dr. Süleyman BALCI Nazlıcan Eftalya TOPRAK
		2	ACADEMIC PROCRASTINATION AND INCLINATION TO ETHICAL VALUES IN UNIVERSITY STUDENTS	Assoc. Prof. Dr. Süleyman BALCI Rabia DİŞBUDAK ERYILMAZ
		3	THE RELATIONSHIP BETWEEN MOOD STATES AND LEVELS OF SUCCESS IN SPORTS AMONG CHILDREN INVOLVED IN SPORTS	Yavuz NACAK Doç. Dr. Seda SABAH Prof. Dr. Soner ÇANKAYA
		4	An Investigation of Rumination and Effective Decision-Making Levels in Sports Competitions among Amateur Football Players	Talha İZGİ Doç. Dr. Seda SABAH Prof. Dr. Soner ÇANKAYA
		5	AS AN INCLUSION TOOL FOOTBALL FOR CHILDREN	Burak CANPOLAT Büşra CANPOLAT
		6	CHALLENGES FACED BY FEMALE PARALYMPIC ATHLETES	Seçil BULUŞ Burak CANPOLAT
		7	COMPARISON OF INTERNAL AND EXTERNAL MOTIVATIONS OF WRESTLERS TOWARDS THEIR PARTICIPATION IN SPORTS: META ANALYSIS	Assoc. Prof. Dr., HULUSİ BÖKE Prof. Dr., CEMAL GÜNDOĞDU

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / Dec 15, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Doç. Dr., Çiçek EDİZ Doç. Dr., Canan BİRİMOĞLU OKUYAN**	1	TRADİTİONAL AND COMPLEMENTARY MEDİCİNE METHODS USED İN TYPE 2 DİABETES MANAGEMENT	Kerime HACIKÖYLÜ Doç. Dr. Tülay KARS FERTELLİ
		2	DIABETES MELLITUS MANAGEMENT WITH NURSE GUIDANCE	Uzm. Hem. SEMA YABACI Doç.Dr.TÜLAY KARS FERTELLİ
		3	COMFORT LEVELS OF PATIENTS IN THE OPERATING ROOM PROCESS AND NURSING CARE	Öğrenci Hemşire: Nisagül SEVENCAN Öğrenci Hemşire: Yeliz KINAT Dr.Öğr.Üyesi: Hatice ERDOĞAN
		4	THE NEW MENTAL HEALTH STRESS FACTOR OF OUR AGE: CLIMATE CHANGE	Doç. Dr., Çiçek EDİZ Doç. Dr., Canan BİRİMOĞLU OKUYAN
		5	THE EFFECT OF WARS ON GLOBAL MENTAL HEALTH: A GEO- PSYCHIATRIC PERSPECTIVE	Doç. Dr., Çiçek EDİZ Doç. Dr., Canan BİRİMOĞLU OKUYAN
		6	DETERMINATION OF BLOOD PRESSURE AWARENESS AND INSIGHT LEVELS OF HYPERTENSIVE INDIVIDUALS	Hem. GÜLDEN ANATACA Doç. Dr. FERİDE TAŞKIN YILMAZ Doç. Dr. SELDA ÇELİK
		7	HYPERTENSION PREVENTION ATTITUDES OF INDIVIDUALS WITH TYPE 2 DIABETES	Hem. GÜLDEN ANATACA Doç. Dr. FERİDE TAŞKIN YILMAZ Doç. Dr. SELDA ÇELİK
		8	DEPRESSİON İN CHİLDREN AND ADOLESCENTS: IMPLİCATİONS FOR NURSİNG PRACTİCE	Öğr. Gör. Mustafa AKYÜZ Uzm. Hemşire Busenur ÖZDEMİR Öğr. Gör. Mustafa ÇILGI Arş. Gör. Beyzanur TOPALLI
		9	PSİKİYATRİ HEMŞİRELİĞİNDE İYİLEŞTİRİCİ GÜÇLER: PSİKOLOJİK DAYANIKLILIK VE DUYGUSAL ZEKA	Uzman Hemşire., Busenur ÖZDEMİR Öğr. Gör., Mustafa AKYÜZ Arş. Gör., Beyzanur TOPALLI Öğr. Gör., Mustafa ÇILGI Dr. Öğr. Üyesi., Eda AY

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / Dec 15, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Assist. Prof. Mehmet ÇINAR**	1	TESS UYDU VERİLERİYLE BB PHE'NİN FREKANS ANALİZİ	Pınar KALEBAŞ Dr. Öğr. Üyesi Yasemin KAÇAR CANAYDIN
		2	DÜŞÜK KALİTELİ LİNYİT KÖMÜRÜ İLE ATIK PLASTİKLERİN GAZLAŞTIRILMASIYLA ÜRETİLEN SENTEZ GAZININ KARAKTERİZASYONU	MURAD RAHEEM Doç. Dr., OĞUZHAN ERBAŞ
		3	A COMPARATİVE THERMOLUMİNESCENCE STUDY ON ZnO AND ZnO: DY3+ NANOROD PHOSPHORS: ANOMALOUS HEATİNG RATE EFFECT	Assist. Prof. Dr. Hamide AVCI Dr. Mehmet OĞLAKÇI Assoc. Prof. Dr. Raşit AYDIN Prof. Dr. Bünyamin ŞAHİN
		4	OUTAGE MANAGEMENT IN THE ELECTRICITY DISTRIBUTION SECTOR: A FAULT PRIORITIZATION MODEL USING AHP AND VIKOR METHODS	Muhammed Emin OLCAY Prof. Dr. Gencay SARIIŞIK
		5	ELECTRICITY CONSUMPTION FORECASTING: HYBRID APPROACHES	Ebru İPAR Prof. Dr. Gencay SARIIŞIK
		6	A METHOD OF INCREASING EFFICIENCY IN ELECTRICAL POWER SYSTEMS: FACTS CONTROLLERS	Assist. Prof. Mehmet ÇINAR
		7	EFFECTS OF ACTIVE AND PASSIVE FILTERS ON HARMONICS IN ELECTRICAL POWER SYSTEMS	Assist. Prof. Mehmet ÇINAR
		8	INVERSE DESIGN OF A 5.8 GHZ/5.9 GHZ ANTENNA FOR ELECTRIC VEHICLE APPLICATIONS: A RANDOM FOREST ALGORITHM APPROACH	Res. Asst. Elanur Ekici Asst. Prof. Dr. Duygu Nazan Gençoğlan Assoc. Prof. Dr. Tahsin Köroğlu

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / Dec 15, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Dr. Öğretim Üyesi, Ali CİNGÖZ**	1	ORGANIC AGRICULTURE IN THE SOLUTION OF CLIMATE CHANGE DUE TO GLOBAL WARMING	Assist.Prof.Dr., ZÜLEYHA ENDES EĞRİBAŞ
		2	The First Detections of Damage Caused by The Boxwood Moth (Cydalima perspectalis (Walker) (Lepidoptera: Crambidae, Spılomelinae) in Tekirdağ in the Thrace region	Dr. Öğr. Üyesi, ESRA TAYAT Prof. Dr., NİHAL ÖZDER
		3	THE USE OF ACORN FLOUR IN THE PRODUCTION OF GLUTEN-FREE TARHANA AND ITS EFFECT ON QUALITY PARAMETERS	Dr. Öğretim Üyesi, Ali CİNGÖZ
		4	THE USE OF GRAPE AND POMEGRANATE SEED FLOUR IN PASTA PRODUCTION AND ITS EFFECT ON QUALITY PARAMETERS	Dr. Öğretim Üyesi, Ali CİNGÖZ
		5	THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON SEAFOOD QUALITY	Prof. Dr. Abdurahman Polat Dr. Ozan Can Polat
		6	The Effect of Drying Temperature on the Structural Properties of Zinc Oxide Nanoparticles Synthesized Using Green Tea Extract	İlkay ÜNAL
			CHANGES IN AROMA COMPOUNDS IN PLANT PARTS OF GOLDEN HERB (*Helichrysum arenarium*)	Arş. Gör. Dr., Aysel ÖZCAN AYKUTLU Dr. Öğr. Üyesi, Emine YURTERİ Prof. Dr., Fatih SEYİS
			CHANGES IN QUALITY PARAMETERS DEPENDING ON MORPHOGENETIC VARIABILITY IN PASSION (*Passiflora incarnata*) PLANT	Arş. Gör. Dr., Aysel ÖZCAN AYKUTLU Prof. Dr., Fatih SEYİS Dr. Öğr. Üyesi, Emine YURTERİ
		7	ANTIMICROBIAL AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF *ORİGANUM VULGARE* L. SUBSP. *HİRTUM* (LİNK) *IETSWAART* EXTRACT	Dr. AYŞE EREN Asst. Prof. ŞULE İNCİ Prof. Dr. SEVDA KIRBAĞ
		8	CYTOTOXIC EFFECT OF ETHANOL EXTRACT OF *TRİCHOLOMA ATROSQUAMOSUM* SACC.	Asst. Prof. ŞULE İNCİ Prof. Dr. SEVDA KIRBAĞ Prof. Dr. IŞIK DİDEM KARAGÖZ

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / Dec 15, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Arş. Gör. Dr., İBRAHİM ÇALAN**	1	DÜNDAR TAŞER'İN DEVLET GAZETESİ BAĞLAMINDA ENTELEKTÜEL KİMLİĞİ ÜZERİNE DEĞERLENDİRMELER	Dr. Nagihan EREN
		2	TANPINAR'IN ESERLERİNDE MUSİKİNİN İŞLEVİ	Arş. Gör. Dr., İBRAHİM ÇALAN Prof. Dr., KEMAL TİMUR
		3	PURSUİT OF JUSTİCE AND EQUALİTY: THEMATİC ANALYSİS OF FEMALE CHARACTERS İN NAWAL EL SAADAWİ'S ''GOD DİES BY THE NİLE''	Erkan ŞAHİN
		4	DİRENİŞ EDEBİYATININ BİR ÖRNEĞİ OLARAK YAHYA SİNVAR'IN DİKEN VE KARANFİL ADLI ROMANI	SÜMEYYE DEMİRKIRAN
		5	KONYA ÂSİTÂNESİ MESNEVÎ-HÂNLARINDAN SENÂYÎ'NİN TERCİİBEND TARZI METHİYESİNDE MEVLÂNÂ'YI TAVSİFİ	Dr. Öğr. Üyesi YAĞIZ YALÇINKAYA
		6	DÖNÜŞEN BOYUTLARIYLA AKTİVİZM	Doç. Dr. KENAN ATEŞGÖZ

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / Dec 15, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Associate Professor, Aygun Alizade**	1	"WATER OF LIFE" IN SOHRAVERDI'S MYSTICAL TREATISES	Associate Professor, Aygun Alizade
		2	COMMENTS ON IBN ARABI'S "FUSUSUL-HEKAM"	PhD of Philosohy Məmmədova İlhamə
		3	THE MENTION OF THE TOPONYM "BAKU" IN IBN ASHURWQ'S TAFSIR "AT-TAHRIR WA-T-TANWIR"	Assoc. Prof. Vugar Garadaghli
		4	THE ROLE OF CİVİL SOCİETY İN ENHANCİNG THE STANDARD OF LİFE	Dr. Abdulla Al MAHMUD

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES Dec 13 - 15, 2024 – Konya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / December 15, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Prof. Dr. Chike Obi, Dr. Nneka Eze**	1	DIAGNOSIS OF EARLY PREGNANCY IN DAIRY COWS THROUGH ULTRASONIC AND PROGESTERONE ANALYSIS	Suresh A. Kumar, Nasser I. Al-Maqbool
		2	EFFECT OF OVERFEEDING ON PERFORMANCE AND FOIE GRAS QUALITY IN TWO DUCK SPECIES	Carlos Oliveira, João Silva
		3	COPPER AND ZINC SUPPLEMENTATION IN DAIRY COWS: IMPACT ON MILK PRODUCTION IN ROMANIA	Ana Popescu, Marian Ionescu
		4	SALT TOLERANCE IN DATE PALM CULTIVARS UNDER CONTROLLED CONDITIONS	Yusuf Al-Farsi, Rami Zayed
		5	POTATO CULTIVAR PERFORMANCE FOR SNACK PRODUCTION USING MICROWAVE-VACUUM DRYING	Prof. Dr. Chike Obi, Dr. Nneka Eze
		6	USE OF AVIAN VACCINES AS MITOGENS IN T-LYMPHOCYTE ACTIVATION TESTING	Ahmed El-Din, Farida Boushaki
		7	DEVELOPMENTAL CHANGES IN RABBIT DUODENAL MUCOSA-SUBMUCOSA: A MORPHOLOGICAL STUDY	Mohammad Ali, Samira Tarek
		8	ENERGY DEMAND AND EFFICIENCY IN HISTORIC URBAN DISTRICTS: A STUDY OF BUDAPEST'S 7TH DISTRICT	Sami Temesgen, Miriam Tesfaye, Halimah Musa
		9	BIOMIMETIC DESIGN IN TALL ARCHITECTURE: A SUSTAINABLE APPROACH TO SKYSCRAPERS	Lec. Khalil Badr, Dr. Rania Nabil
		10		

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

15 Aralık / December 15, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Assoc. Prof. Dr. Lucia Agusto,**	1	CULTURAL AND ARCHITECTURAL PRESERVATION IN THE UCH DUKKAN NEIGHBORHOOD OF ARDABIL, IRAN	Javad Vali, Nazanin Ehsan
		2	DEVELOPING ENERGY EFFICIENCY BENCHMARKS FOR ONTARIO'S POST-SECONDARY EDUCATION FACILITIES	Ibrahim Hassan, Maria Khanna
		3	RETROFITTING COLLECTIVE HOUSING WITH PREFABRICATED PANELS FOR SUSTAINABILITY	Tarek Ahmed, Laila Mohamed
		4	SUSTAINABILITY IN PUBLIC HOUSING: FINANCIAL AND OPERATIONAL PERSPECTIVES IN TAIWAN	Chen Wei, Hiroshi Tanaka
		5	VERTICAL FARMING: A SUSTAINABLE APPROACH TO URBAN AGRICULTURE IN GREEN BUILDING DESIGN	Aminata Toure, Rasha Khoury,
		6	ENERGY EFFICIENCY RETROFITTING FOR HERITAGE BUILDINGS IN COLD CLIMATES	Assoc. Prof. Dr. Lucia Agusto,
		7	DESIGN OF IMPROVED REPLACEABLE LINKS IN ECCENTRICALLY BRACED FRAMES FOR EARTHQUAKE RESILIENCE	Rajesh Kumar, Yung Yoon Kim, Li Wei Zhang
		8	MODERN URBAN DEVELOPMENT IN YANBU: A COMPARATIVE STUDY OF TRADITIONAL AND CONTEMPORARY PLANNING APPROACHES	Mona Al Shamma
		9	HEARTBEAT CLASSIFICATION USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS FOR ECG SIGNAL ANALYSIS IN MEDICAL DIAGNOSIS	Lec. Dr. Ahmad Raza,
		10		

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES Dec 13 - 15, 2024 – Konya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / December 15, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Assis. Prof. DR. Samuel Barros,Assoc. Prof. Dr. Diogo Almeida**	1	ASSESSING HIP MUSCLE IMBALANCE IN PATIENTS WITH RHEUMATISM: A CLINICAL STUDY Lina Liao,	
		2	DETECTING COGNITIVE DECLINE USING EMOTION RECOGNITION IN SPEECH: A LONGITUDINAL STUDY	Jinwoo Kim, Yoonhee Park, Sungho Lee, Minseok Choi
		3	DEVELOPING AN INEXPENSIVE IOT DEVICE FOR REMOTE HEALTH MONITORING	Rafael Oliveira, Pedro Costa, Clara Santos
		4	IMPROVING 3D CT SCAN RESOLUTION WITH MACHINE LEARNING BASED SUPER-RESOLUTION	Liu Yang
		5	AUTOMATED HEART SOUND SEGMENTATION USING PHONOCARDIOGRAM LENGTH VARIATION	Samuel Barros, Diogo Almeida
		6	AUTOMATED HEART SOUND SEGMENTATION USING PHONOCARDIOGRAM LENGTH VARIATION	Assis. Prof. DR. Samuel Barros,Assoc. Prof. Dr. Diogo Almeida
		7	STUDYING FUNCTIONAL CONNECTIVITY IN EPILEPSY WITH RESTING-STATE fMRI ANALYSIS	Yuki Tanaka, Haruto Watanabe, Rika Kato
		8	DEVELOPING A MAGNIFICATION SYSTEM FOR MAMMOGRAPHIC IMAGES USING EEG AND EYE DETECTION	Kenta Matsumoto, Dr. Hiroshi Yoshida
		9		
		10		

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES Dec 13 - 15, 2024 – Konya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / December 15, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Tânia Almeida**	1	ARGINASE ENZYME ACTIVITY IN HUMAN SERUM: A POTENTIAL MARKER FOR COGNITIVE FUNCTION AND THE IMPACT OF ARGININE SILICATE	Yasmin Chen, Lee Ho-Jin, He Ji, Kang Sang-Sun
		2	OPTIMAL REST INTERVALS FOR UPPER-ARM REHABILITATION IN ROBOT-ASSISTED THERAPY	Liya Mendez, Adam Simha, Tamir Mohamed
		3	PROMOTING CYBERSECURITY AWARENESS THROUGH EDUCATION: THE ROLE OF LABS AND COMPETITIONS	Rami Kassem, Mona Fouad, Bassam Ali, Tarek El-Mahdy
		4	OBJECT-ORIENTED ACCOUNTING METHODS FOR INHERITED CLASS MEMBERS IN SOFTWARE ENGINEERING	Ali Karim, Sara Hossain, Faisal Nasser, Karim Al-Mansoor
		5	NUMERICAL ANALYSIS OF SHEAR STRENGTH IN COLD-FORMED STEEL SHEAR WALL PANELS	Khaled Daoud, Hassan Moustafa, Faiq Bahri
		6	ADVANCEMENTS IN THE DIFFRACTIVE DETECTOR CONTROL SYSTEM FOR ALICE AT THE LHC	Carlos Navarro, Mariana Valdés, Esteban Rodríguez, Juan Antonio González
		7	CLOUD COMPUTING SECURITY CHALLENGES: EXAMINING CUSTOMER CONCERNS DURING TRANSITION TO VIRTUALIZED ENVIRONMENTS	Yusuf Baloch, Farida Nasser, Mohammed Idris, Alisha Karina
		8	AUTOMATIC CALIBRATION IN HYDROLOGIC MODELING USING BAYESIAN APPROACH: IMPROVING MODEL ACCURACY	Lamine Ben Ali, Amal Fadil, Najib Cherif
		9	COST-BENEFIT ANALYSIS IN STRATEGIC INVESTMENTS: A NEW APPROACH TO PROFITABILITY ESTIMATION	Jorge Fernandes, Isabel Costa, Ricardo Lima, Tânia Almeida
		10		

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES Dec 13 - 15, 2024 – Konya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / December 15, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Carlos Navarro Sofia Hernández**	1	ENHANCING VOWEL INTELLIGIBILITY IN SPEECH RECOGNITION FOR HEARING IMPAIRED INDIVIDUALS	Carlos Navarro, Sofia Hernández
		2	PREDICTING SOFTWARE RELIABILITY PERFORMANCE USING DATA MINING TECHNIQUES	Tariq Zaman, Abdullah Khan
		3	MODELING HUMAN ARM MOTION FOR EXTRA VEHICULAR ACTIVITIES: IMPROVING ASTRONAUT TASK PERFORMANCE	Arun Sharma, Deepak Kumar
		4	ARGINASE ENZYME ACTIVITY IN HUMAN SERUM: A POTENTIAL MARKER FOR COGNITIVE FUNCTION AND THE IMPACT OF ARGININE SILICATE	Yasmin Chen, Lee Ho-Jin, He Ji, Kang Sang-Sun
		5	LEARNER FEEDBACK ON THE ADAPTED RORSCHACH COMPREHENSIVE SYSTEM: A CRITICAL PSYCHOLOGICAL PERSPECTIVE	Zainab Kamara, Malik Alhassan
		6	UNDERSTANDING FACTORS INFLUENCING RECYCLING PARTICIPATION: MOTIVATIONAL AND CHALLENGE PERSPECTIVES IN MALAYSIA	Lina Ali, Shahinur Chowdhury, Mariah Sultana
		7	THE IMPACT OF METAPHOR THERAPY ON DEPRESSION AMONG FEMALE STUDENTS: A COMPARATIVE STUDY	Nina Surkhe, Dr. Otabek Khamidov
		8	ASSESSING SECOND LANGUAGE WRITING PERFORMANCE: A STUDY OF NARRATIVE COMPOSITION IN PORTUGUESE	Andrés Mendoza, Valentina Reyes, Sofía Ramírez
		9	MODELING COGNITIVE AND BEHAVIORAL CHALLENGES IN ADOLESCENT STUDENTS: HIERARCHICAL ANALYSIS OF INTERNALIZING ISSUES	Tariq Hossain, Muna Ibrahim
		10		

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES Dec 13 - 15, 2024 – Konya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / December 15, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Assoc. Prof. Dr. Tunde Olayinka,**	1	USICAL NOTATION VERSUS ALPHABET READING: CHALLENGES FOR DYSLEXIC STUDENTS IN MUSIC EDUCATION	Karla Jiménez, Pedro Martínez
		2	COMPARATIVE STUDY: FATIGUE AND DROWSINESS AMONG NIGHT-TIME TRANSPORTATION WORKERS IN SOUTH AMERICA	Juan Morales,
		3	INVESTIGATING THE LINK BETWEEN JOB SATISFACTION AND ORGANIZATIONAL CITIZENSHIP BEHAVIOR IN AFRICA	Amina Diouf,
		4	NHANCING WORKING MEMORY THROUGH ONLINE GAMES: A CASE STUDY ON ADHD IN NIGERIA	Assoc. Prof. Dr. Tunde Olayinka,
		5	COMPARING SPATIAL ABILITIES AND MEMORY AMONG DRIVERS WITH DIFFERENT PROFESSIONAL EXPERIENCE IN AFRICA	Gwandoya Chika,
		6	ASSESSING THE QUALITY OF PHARMACY SERVICES IN HOSPITALS IN EAST AFRICA: A COMPARATIVE STUDY	Fatima Amini,
		7	OPTIMIZING LIGHT COMMUNICATION SYSTEMS THROUGH THE INTEGRATION OF NATURAL LIGHT IN MOROCCO	Dr. Samir Elkhadraoui,
		8	REVOLUTIONIZING REMOTE HEALTHCARE MONITORING THROUGH INTEGRATED BODY SENSOR NETWORKS AND WEB SERVICES	Ahmed Ibrahim Ali

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

15 Aralık / December 15, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	Dr. Sergio Rocha	1	REAL-TIME PSYCHOACOUSTIC AND EEG ANALYSIS FOR IMPROVED MENTAL HEALTH CARE	Nguyen Minh Tu
		2	IMPROVING COMBAT EFFICIENCY IN MODERN FIGHTER AIRCRAFT THROUGH ADVANCED HUMAN FACTORS DESIGN	Assis. Prof. Dr. Rui Costa
		3	DEVELOPING A COMPREHENSIVE DATABASE USING SWISS NATIONAL SURVEY DATA FOR NUTRITION AND HEALTH RESEARCH	Fola Ogunleye
		4	USING EEG TECHNOLOGY IN THE DETECTION OF BRAIN TUMORS: AN INNOVATIVE APPROACH	Nashit Haroon, Zara Khan
		5	ASSESSING THE IMPACT OF POOR MEDICAL WASTE MANAGEMENT ON PUBLIC HEALTH AND THE ENVIRONMENT	Mustafa Al-Mansour, Amina Jibril
		6	IMPROVING MAINTENANCE STRATEGIES AND RELIABILITY OF MEDICAL EQUIPMENT IN HEALTHCARE SYSTEMS: IMPACT ON PATIENT SAFETY	Dr. Amina Adama, Dr. Babar Mujeeb
		7	PREDICTIVE MODELS FOR HEART DISEASE CLASSIFICATION USING DYNAMIC FEATURE EXTRACTION	Dr. Sergio Rocha
		8	THE SHIFTING DYNAMICS OF SOCIAL NORMS IN CONTEMPORARY ASIAN CINEMA	Hien Mai, Kwon Jae Hyun

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / Dec 15, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Arş. Gör. Dr. Arzu POLAT**	1	THE 2017 QATAR CRISIS AND TURKEY'S ROLE	Öğrenci, Hacer ZEYBEK Dr. Öğr. Üyesi, Gökhan Murat ÜSTÜNDAĞ
		2	TİKA'NIN KAMU DİPLOMASİSİ FAALİYETLERİ: MAKADONYA ÖRNEĞİ	Dr. Süleyman EREN
		3	THE FAKE DOCUMENT RISK ANALYSIS PROGRAM IN PREVENTING TAX LOSSES AND EVASION	Prof. Dr. Ramazan ARMAĞAN Asst. Prof Dr.Ayşe ARMAĞAN
		4	INFORMATION COLLECTION AND DIGITALIZATION IN TURKISH TAX AUDIT	Prof. Dr. Ramazan ARMAĞAN Asst. Prof Dr.Ayşe ARMAĞAN
		5	THE IMPORTANCE OF FINANCIAL INCENTIVES ABOUT RENEWABLE ENERGY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT	Arş. Gör. Dr. Arzu POLAT
		6	TURNING POINTS OF TURKISH MIGRATION TO EUROPE	Araş. Gör. Vahap Aydemir
		7	The Place of Women in the Change Process of Sports and Its Harmony with Technology	Murat ATAY Doç. Dr. Şakir TÜFEKÇİ Prof. Dr. Talha MURATHAN Doç. Dr. Yalın AYGÜN
		8	Technological Change Processes of Sport in the Historical Process	Murat ATAY Doç. Dr. Yalın AYGÜN Prof. Dr. Talha MURATHAN Doç. Dr. Şakir TÜFEKÇİ

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / Dec 15, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Doçent ,Ezgi YALÇINKAYA**	1	MUSIC PRODUCTION AND TRANSFORMATION OF ARTIST IDENTITY SUPPORTED BY ARTIFICIAL INTELLIGENCE	Dr. Öğr. Üyesi Cihan TABAK Zerrin ÇİMEN
		2	Determination of Art Interest and Aesthetic Appreciation Levels of Women Living in Kırıkkale	İrem DİLEK Doç. Dr. Hüda SAYIN YÜCEL
		3	In The Footsteps of Albrecht Dürer: A Contemporary Interpretation of Traditional Engraving Techniques in Z Generation Portraits	Özlem İNCİ Doç. Şuayyip YÜCEL
		4	ÇAĞDAŞ TÜRK SERAMİK SANATI VE ÖMER GÖRKEM'İN ESERLERİ	Doçent ,Ezgi YALÇINKAYA
		5	OSMANLI DÖNEMİ SERAMİK TABAKLARIN DESEN KOMPOZİSYONLARINDA GÖRÜLEN İBRİK MOTİFİ	Doçent ,Ezgi YALÇINKAYA
		6	GERHARD RİCHTER'İN RESİMLERİNDE TRAVMA VE BELLEK	Doç. Dr. SAMET DOĞAN
		7	Hat Sanatında Muhrec Sayfalar (Şeyh Hamdullah'a Ait Bir Murakkaa Üzerinden İnceleme)	Dr. Öğretim Üyesi Özgür ÇETİNTAŞ

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / Dec 15, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Arş. Gör. Sacide TÜFEKÇİ**	1	ANTİK OYUNLARIN BAŞLANGICI, ATEŞKES VE SONLANIŞI	Akın Deniz DİNNEN Osman İMAMOĞLU
		2	KÜRESELLESEN DÜNYADA GELENEKSEL SPORLARIMIZ	İsmet SEVAL Doç. Dr. Şakir TÜFEKÇİ Doç. Dr. Yalın AYGÜN
		3	YAPAY ZEKA TEKNOLOJİSİNİN SPOR BİLİMLERİNDE KULLANIMI	İsmet SEVAL Doç. Dr. Şakir TÜFEKÇİ Doç. Dr. Yalın AYGÜN
		4	TÜRKİYEDE SPORTİF REKREASYON ARAŞTIRMALARI ÜZERİNE BİR DERLEME	Arş. Gör. Sacide TÜFEKÇİ
		5	GELENEKSEL SPOR OYUNLARININ ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ	Arş. Gör. Sacide TÜFEKÇİ Doç. Dr. Şakir TÜFEKÇİ
		6	A RESEARCH ON THE CAUSES OF VIOLENCE IN FOOTBALL: THE CASE OF TURKEY	Öğr.Gör. Volkan KAPÇAK Prof.Dr. İlker ÖZMUTLU
		7	A SYSTEMATIC REVIEW OF POSTGRADUATE THESES WRITTEN IN THE FIELD OF SPORTS TOURISM	Öğr.Gör. Volkan KAPÇAK Prof.Dr. İlker ÖZMUTLU

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / Dec 15, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Prof.Dr. REYHAN ATASÜ TOPCUOĞLU**	1	THE ROLE OF SOCIAL MEDIA IN THE SELF-PRESENTATION OF YOUTH	Fatma Ayşe GÜNGÖR
		2	ENGELLİ GÖÇMENLERİN SOSYAL HİZMET GEREKSİNİMLERİ	Doçent Doktor, Aslıhan AYKARA Araştırma Görevlisi, Hakan SAKARYA
		3	ÇOCUK HİZMETLERİNDE KURUMSUZLAŞMA: SOSYAL VE EKONOMİK DESTEK HİZMETİ VERİLERİ İLE POLİTİKA ANALİZİ	Araştırma Görevlisi, Hakan SAKARYA Doçent Doktor, Aslıhan AYKARA
		4	Buen Vivir: The Perspective of Good Living and Its Implications for the Social Work Profession	Prof.Dr. REYHAN ATASÜ TOPCUOĞLU
		5	CHALLENGES OF MASS MIGRATION TO HUMANITARIAN RESPONSE: A SOCIAL WORK PERSPECTIVE ON THE SYRIAN-TURKISH CONTEXT AMID MULTIPLE CRISES	Prof.Dr. REYHAN ATASÜ TOPCUOĞLU
		6	AN EVALUATION OF THE IMPORTANCE AND KEY APPROACHES OF MACRO PRACTICE IN SOCIAL WORK	Arş. Gör. AYBİKE BETÜL MARAL
		7	DOĞAL AFETLER VE İÇ GÖÇ: 6 ŞUBAT DEPREMİ	Doç. Dr. Yeliz POLAT Hulusi TEKE

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / Dec 15, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Dr. Öğr. Üyesi Gülferah ERTÜRKMEN**	1	ANALYSIS OF ECOLOGICAL FOOTPRINT DYNAMICS WITHIN THE SCOPE OF STIRPAT MODEL: EVIDENCE FROM BRICS-T COUNTRIES	Prof. Dr., Figen BÜYÜKAKIN Öğr., Sinan BEDİR Öğr., Elif ATAMAN
		2	AN ASSESSMENT ON LIFE QUALITY OF FOUNDING COUNTRIES OF BRICS: A COMPARATIVE ANALYSIS WITH LODECI BASED EDAS APPROACH	Dr. Öğr. Üyesi Serdar YARLIKAŞ
		3	RANKING AND COMPARISON OF G7 COUNTRIES IN TERMS OF THE OECD BETTER LIFE INDEX: LODECI BASED EDAS APPROACH AND ITS IMPLEMENTATION	Dr. Öğr. Üyesi Serdar YARLIKAŞ
		4	EVALUATION OF THE COMPETITIVE POWER OF THE GRAPE MARKET IN THE WORLD AND IN TÜRKİYE	Zehra YALNIZ Prof. Dr. Figen BÜYÜKAKIN
		5	CASHLESS ECONOMY IN THE DIGITAL AGE	Dr. Tuğba Konuk,
		6	DECENTRALIZED FINANCE PRACTICES IN ISLAMIC FINANCE	Dr. Tuğba Konuk,
		7	An Evaluation of Credit Utilization in the Turkish Banking System	Ahmet ÇINAR Dr. Öğr. Üyesi Gülferah ERTÜRKMEN
		8	MACRO AND MICRO MISMATCHES IN THE LABOR MARKET IN TÜRKİYE	Dr. Öğr. Üyesi Gülferah ERTÜRKMEN

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / Dec 15, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Assoc. Prof. Dr. Safiye EMİRDAĞ**	1	THE MAJOR COMPOUND FROM WATER EXTRACT OF THE ROOTS OF GYPSOPHILA ARROSTII AND NEW SEMI-SYNTHESIS DERIVATIVE	Assoc. Prof. Dr. Safiye EMİRDAĞ
		2	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF USING YARN, FABRIC, IRON POWDER AND HEMP WASTE MATERIALS AS FIBER ADDITIVES IN SLAG-BASED GEOPOLYMER CONCRETE ON COMPRESSIVE AND FLEXURAL STRENGTH	Dr. BARIŞ BAYRAK
		3	Schottky Diode Performance of Poly(p-phenylene vinylene) (PPV) Material	Assoc. Prof. Dr. Ali Rıza DENİZ
		4	Changes in Basic Diode Parameters of Poly(p-phenylene vinylene) (PPV) /p-Si Diode Depending on Temperature and Radiation	Assoc. Prof. Dr. Ali Rıza DENİZ
		5	A SERIOUS HAZARD IN PROCESSES IN CONTACT WITH DUST: DUST EXPLOSION	Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU PhD Stud. Aslıhan HANOĞLU
		6	AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY METHOD FOR STARCH MODIFICATION: ENZYMATIC TREATMENT	Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU PhD Stud. Aslıhan HANOĞLU

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / Dec 15, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Res. Assist., Ahmet DAYANÇ**	1	MONOBLOCK COLD PLATE DESIGN WITH TPMS-EMBEDDED LIQUID COOLING CHANNEL: A DESIGN WORKFLOW VIA IMPLICIT MODELING	Res. Assist., Ahmet DAYANÇ Assist. Prof. Dr., Feridun KARAKOÇ
		2	DEMOLD CONSTRAINT IMPLEMENTATION FOR ENHANCED TOPOLOGY OPTIMIZATION	Res. Assist., Ahmet DAYANÇ Assist. Prof. Dr., Feridun KARAKOÇ
		3	OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE İNOVASYON YÖNETİMİ: IMPROVE VE SME-MPOWER ARAÇLARINA DAİR UYGULAMA	Semra ÇEVİK Sevilay SAĞTAN Murat ARSLANOĞLU
		4	HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ (HAD) İLE GAZ ATOMİZASYON NOZULU TASARIMI VE ANALİZİ	Furkan ÜNLÜER Dr. Öğr. Üyesi Mustafa GÜLEŞEN
		5	FLOW CHARACTERISTICS ANALYSIS AROUND A MODEL VEHICLE WITH FREECAD AND OPENFOAM	Dr. Öğr. Üyesi Murat KAPUSUZ

SELÇUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES December 13 - 15, 2024 KONYA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / Dec 15, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Dr. Öğretim Üyesi Rabia BÖLÜKBAŞ Dr. Öğretim Üyesi Gizem Sultan KAMAN**	1	CULTURED MEAT IN THE CONTEXT OF SUSTAINABILITY	Dr. Öğretim Üyesi Rabia BÖLÜKBAŞ Dr. Öğretim Üyesi Gizem Sultan KAMAN
		2	A REVIEW OF COMFORT FOOD	Dr. Öğretim Üyesi Rabia BÖLÜKBAŞ Dr. Öğretim Üyesi Gizem Sultan KAMAN
		3	RANKING OF SKI RESORT HOTELS IN TURKEY WITH MULTI-CRITERIA DECISION MAKING METHODS	Öğr. Gör., İlker VURAL Dr. Öğr. Üyesi, İbrahim AKÇA
		4	ANALYSING ONLINE RESTAURANT REVIEWS WITH SENTIMENT ANALYSIS: TRIPADVISOR EXAMPLE	Öğr. Gör., İlker VURAL Doç. Dr., Uğur SAYLAN
		5	AKADEMİK YAYINLAR VE PATENT VERİLERİYLE YAPAY ZEKA GELİŞİMİ: HAI (HUMAN-CENTERED ARTIFICIAL INTELLIGENCE) ARTIFICIAL INTELLIGENCE INDEX REPORT 2024 ÇERÇEVESİNDE BİR İÇERİK ANALİZİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, YELİZ TAŞDELEN

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES Dec 13 - 15, 2024 – Konya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / December 15, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Gustavo Pereira**	1	COGNITIVE APPROACHES TO SIGHT READING: EXPERTISE AND GAZE PATTERNS IN MUSIC PERFORMANCE	Siti Rahmah, Jung Min
		2	ASSESSING TRAVEL BEHAVIOR IN URBAN SETTINGS: POLICY IMPLICATIONS FOR IMPROVING SUSTAINABLE TRANSPORTATION	Lea Nguyen, Hassan Al-Mahmoud, Ahmad Youssef
		3	GENDER INEQUALITY IN POSTCOLONIAL LITERATURE: A STUDY OF TWO MODERN NOVELS	Fatin Abdul Rahman, Gustavo Pereira
		4	SUSTAINABLE HEALTHCARE SYSTEMS IN PALESTINE: RECONCILING MODERN AND TRADITIONAL PRACTICES	Ali Shoukry, Maha Al-Farouq
		5	THE IMPACT OF POLITICAL AND ECONOMIC JUSTICE ON NATIONAL IDENTITY AMONG YOUTH IN PALESTINE	Mohammed Al-Amin, Fatimah Hassan, and Nabil Khoury
		6	EXPLORING THE CHALLENGES OF FREE SPEECH AND THE ROLE OF THE STATE IN ASIAN COUNTRIES	Kiyoko Sato, Rajesh Kumar
		7	DE-ESCALATION AND COMMUNICATION STRATEGIES IN LAW ENFORCEMENT TRAINING	Hiroshi Takeda, Jamil Khatri
		8	THE ECONOMIC AND SOCIAL IMPACTS OF GLOBALIZATION ON INDONESIAN INDUSTRIES	Arief Santoso

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES Dec 13 - 15, 2024 – Konya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / December 15, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Dr. Dewi Kartini**	1	VIETNAM'S POLICIES AND CHALLENGES IN THE REINTEGRATION OF HUMAN TRAFFICKING SURVIVORS	Dr. Dewi Kartini
		2	THE ROLE OF ENVIRONMENTAL IMAGERY IN EXTREMIST PROPAGANDA: A CROSS-CULTURAL ANALYSIS	Alina Ionescu
		3	FOOD SAFETY AND GMO CHALLENGES IN AGRICULTURAL LAW: A MULTIFACETED PERSPECTIVE	Yunus Al-Mohammed,
		4	STRENGTHENING COUNTER-TERRORISM THROUGH REGIONAL COOPERATION IN SOUTHEAST ASIA	Mohammed al-Rahman, Leila Amini,
		5	RECONCEPTUALIZING HUMAN DIGNITY: INTEGRATING INDIVIDUALITY WITH UNIVERSAL ETHICS	Zhenhua Li, Thabo Nkosi,
		6	THE ROLE OF INTELLIGENT DECISION-MAKING IN PROMOTING SUSTAINABILITY	Juma Dovla, Fahima Abdullahi,
		7	THE SIGNIFICANCE OF BIRTHDAYS IN CULTURAL RITUALS: A GLOBAL PERSPECTIVE	Haruto Nakamura
		8	DIGITAL POLICY IN THE POLITICAL ARENA: A COMPARATIVE STUDY FROM THE THAI LANDSCAPE	Hassan Karim, Nguyen Minh,

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

15 Aralık / December 15, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Dr. Sofia Ribeiro**	1	THE SOCIAL FUNCTION AND IMPACT OF CELEBRATIONS ACROSS CULTURAL CONTEXTS	Yusuf Nasser,
		2	LANGUAGE POLICIES AND NATIONAL UNITY IN POST-COLONIAL STATES: A COMPARATIVE STUDY FROM AFRICA AND ASIA	Fola Adeyemi, Ravi Kumar
		3	TACKLING CORRUPTION IN THE PUBLIC SECTOR: A STUDY OF NIGERIA'S CHALLENGES AND REFORMS	Lamine Kamara, Fatimah Sadiq
		4	OPTIMIZING CRIME PREVENTION STRATEGIES: A GOAL-ORIENTED APPROACH TO CRIME MODELING	Tariq Al-Naimi, Sara Ahmed
		5	THE COGNITIVE BENEFITS OF IMPROVISATION IN TRADITIONAL INDIAN MUSIC	Dr. Sofia Ribeiro
		6	RECONCEPTUALIZING OBJECT RELATIONS IN ARABIC SYNTAX: A FRESH PERSPECTIVE	Ibrahim Jalloh
		7	RECONCEPTUALIZING OBJECT RELATIONS IN ARABIC SYNTAX: A FRESH PERSPECTIVE	Ibrahim Jalloh
		8	COMPARATIVE STUDY OF AFFRICATE CONSONANTS IN MANDARIN AND SLOVAK: A PHONETIC APPROACH	Ivan Dimitrov, Li Mei
		9	PREDICTIVE MODELING OF SOLAR ENERGY TRENDS IN EGYPT: A BAYESIAN NETWORK APPROACH	Ahmed Zayed, Patricia K. Alvarado
		10		

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

15 Aralık / December 15, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Assis. Prof. Dr. John K. Obeng**	1	STOP CONSONANT ACQUISITION IN MANDARIN AND SLOVAK: A COMPARATIVE PRAAT ANALYSIS	Katarina Novak, Zhen Wei
		2	EXPLORING NEW DIMENSIONS OF THRESHOLD CONCEPTS IN TESOL: A COMPREHENSIVE FRAMEWORK	Dr. Olga Petrova, Assis. Prof. Dr. John K. Obeng
		3	DEVELOPING AN ARCHITECTURAL TYPOLOGY THROUGH AFFORDANCE THEORY: A GLOBAL PERSPECTIVE	Carla Moretti, Emilio Rojas
		4	REGIONAL DIPLOMACY AND FEDERALISM: EXPLORING THE ROLE OF PROVINCIAL GOVERNMENTS IN INTERNATIONAL AFFAIRS	Sung Ho Kim, Min Jae Park, Kyung Hee Choi
		5	ASSESSING TORTURE ALLEGATIONS IN ITALY UNDER THE EUROPEAN HUMAN RIGHTS SYSTEM	Giovanni Moretti, Alessandra Rossi, and Luca Bianchi
		6	CONSTITUTIONAL APPROACHES TO WATER AND ENERGY RIGHTS IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT	Jiraporn Sritong, Wanlop Suwan, and Natthawan Amornrat
		7	THE IMPACT OF LANGUAGE POLICY ON MINORITY RIGHTS: A GLOBAL PERSPECTIVE	Nashit Bahar, Ismail Ahmed, and Ranya Mohamed
		8	EXPLORING THE FACTORS INFLUENCING TAX COMPLIANCE IN THE CONTEXT OF THE GLOBAL TAX GAP	Nuri Abdullayeva, Mehmet A. Dincer
		9		
		10		

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

15 Aralık / December 15, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Timur Zhanibekov**	1	CONFIDENTIALITY AND PUBLIC INTEREST IN FOREIGN INVESTMENT DISPUTES: CHALLENGES AND SOLUTIONS	Jana Aitbekova, Timur Zhanibekov
		2	ENHANCING DATA PRIVACY THROUGH TECHNICAL REGULATIONS COMPLIANT WITH INTERNATIONAL STANDARDS	Mohammad Rizwan, Zara Al-Farooq
		3	COMPARATIVE EVALUATION OF MORTALITY PREDICTION IN SEVERE BURN PATIENTS USING BOBI AND FLAMES SCORES	Sonia Abdullah, Aftab Khan, Rizwan Saeed, Amira Zaman
		4	PRESERVING CULTURAL HERITAGE TO PROMOTE SUSTAINABLE TOURISM DEVELOPMENT	Miriam Garcia, Lucia Silva, Thomas Bauer, Miguel Rodríguez
		5	ECOLOGICAL IMPACTS OF TOURISM IN BRAZIL'S CAJU BEACH: A CASE STUDY	Andre Costa, Beatriz Oliveira, Rafael Pereira, Laura Teixeira
		6	IMPACT OF SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT ON RURAL LIVELIHOODS IN NEPAL: A CASE STUDY OF LAMABAGAR	Rajesh Kumar, Asha Devkota
		7	EXPLORING THE ROLE OF LEADERSHIP STYLES IN FOSTERING CREATIVITY AND COMMITMENT IN THE HOSPITALITY SECTOR	Chenda Vong, Phannaketh Phongsavath
		8	PROMOTING SUSTAINABLE TOURISM IN HISTORICAL CITIES: THE CASE OF ALEXANDRIA	Mohamed El-Sayed, Amina Nasr
		9	THE ROLE OF ELECTRONIC CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT IN ENHANCING THE HOSPITALITY INDUSTRY: A STUDY OF AUSTRIAN HOTELS	Petra Lang
		10	SHIFTING TRENDS IN GLOBAL TOURISM: MOROCCAN OUTBOUND TOURISM IN THE 21ST CENTURY	Yassir Bahri, Zainab El-Khatib

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
Dec 13 - 15, 2024 – Konya

Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

15 Aralık / December 15, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Assis. Prof. Dr. Goran Djukanovic**	1	A STUDY OF GENERAL ATTACKS ON ELLIPTIC CURVE DISCRETE LOGARITHM PROBLEM OVER PRIME FIELD AND BINARY FIELD	Tun Myat Aung Ni Ni Hla
		2	INTEGRATED ACOR/IACOMV-R-SVM ALGORITHM	Hiba Basim Alwan Ku Ruhana Ku-Mahamud
		3	SOLAR-INDUCTED CLUSTER HEAD RELOCATION ALGORITHM	Assis. Prof. Dr. Goran Djukanovic Prof. Dr. Goran Popovic
		4	AUTOMATED JAVA TESTING: JUNIT VERSUS ASPECTJ	Manish Jain, Dinesh Gopalani
		5	EFFECT OF MODIFICATION AND EXPANSION ON EMERGENCE OF COOPERATION IN DEMOGRAPHIC MULTI-LEVEL DONOR-RECIPIENT GAME	Tsuneyuki Namekata Yoko Namekata
		6	EFFECT OF MODIFICATION AND EXPANSION ON EMERGENCE OF COOPERATION IN DEMOGRAPHIC MULTI-LEVEL DONOR-RECIPIENT GAME	Dr. Tsuneyuki Namekata Dr. Yoko Namekata
		7	MODELING AND ANALYZING THE WAP CLASS 2 WIRELESS TRANSACTION PROTOCOL USING EVENT-B	Phd. Can. Rajaa Filali Assoc. Prof. Mohamed Bouhdadi

SELCUK 11th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES Dec 13 - 15, 2024 – Konya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
15 Aralık / December 15, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**prof. Dr. Yen Chung-Ruey**	1	ISOLATION AND IDENTIFICATION OF DIACYLGLYCEROL ACYLTRANSFERASE TYPE- 2 (GAT2) GENES FROM THREE EGYPTIAN OLIVE CULTIVARS	Yahia I. Mohamed Ahmed I. Marzouk Mohamed A. Yacout
		2	EFFECT OF VARIOUS POLLEN SOURCES TO ABILITY FRUIT SET AND QUALITY IN 'LONG RED B' WAX APPLE	Dr. Nguyen Minh Tuan prof. Dr. Yen Chung-Ruey
		3	ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF CARBON NANOTUBE BASED SUPERCAPACITOR	Jafar Khan Kasi Ajab Khan Kasi Muzamil Bokhari
		4	INHIBITORY EFFECT OF HELICHRYSUM ARENARIUM ESSENTIAL OIL ON THE GROWTH OF FOOD CONTAMINATED MICROORGANISMS	Assoc. prof. Dr. Ali Mohamadi Sani
		5	STATISTICAL MODELING FOR PERMEABILIZATION OF A NOVEL YEAST ISOLATE FOR B-GALACTOSIDASE ACTIVITY USING ORGANIC SOLVENTS	Shweta Kumari Parmjit S. Panesar Manab B. Bera
		6	ISOLATION AND IDENTIFICATION FIBRINOLYTIC PROTEASE ENDOPHYTIC FUNGI FROM HIBISCUS LEAVES IN SHAH ALAM	Mohd Sidek Ahmad Zainon Mohd Noor Zaidah Zainal Ariffin
		7	INFLUENCE OF THE FIELD TYPE (MOUNTAIN AND PLAIN) ON THE CUPRIC STATUS OF LAMBS	lecture Mouna Mallem, Assis. Prof. Dr. Majid Tlidjane

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Contents

DETERMINATION OF SOME NUTRITIONAL ELEMENT CONCENTRATIONS OF *Arum maculatum* PLANT COLLECTED FROM NATURE IN THE ADANA REGION 1

SOME NUTRITIONAL ELEMENT CONCENTRATIONS OF THE PURPLE DEAD-NETTLE (*Lamium purpureum* L.) PLANT COLLECTED FROM NATURE 6

TÜRKİYE DENİZLERİNDEN ÖRNEKLENEN İSTAVRİT (*Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868)) TÜRÜNÜN BOY-AĞIRLIK VE BOY-BOY İLİŞKİLERİ 13

SEBZELERDE ÇÖKERTEN HASTALIKLARININ YÖNETİMİNDE BİYOLOJİK YAKLAŞIMLAR..... 22

BİTKİ FUNGAL HASTALIKLARININ MÜCADELESİNDE ARBÜSKÜLER MİKORİZAL FUNGUSLARIN (AMF) ROLÜ 29

LENGTH-WEIGHT AND LENGTH-LENGTH RELATIONSHIPS OF *Alburnus sellal* Heckel, 1843 IN DİNAR STREAM (TUNCELİ)..... 45

DETERMINATION OF MORPHOMETRIC AND MERISTIC CHARACTERISTICS OF *Alburnus sellal* Heckel, 1843 IN DİNAR STREAM 52

İSTANBUL İLİ ANADOLU YAKASI ÖRTÜ ALTI SEBZE ÜRETİCİLERİNİN BİTKİ KORUMA UYGULAMALARINDAKİ DAVRANIŞLARI VE BİLGİ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ 60

THE IMPACT OF SHEEP WOOL MANURE APPLICATION'S ON SOME ENZYME ACTIVITIES AND CHEMICAL PROPERTIES OF CALCAREOUS SOILS 75

KONYA İLİ SEYDİŞEHİR İLÇESİ ŞEKERPANCARI EKİM ALANLARINDA VERİM VE KALİTEYİ ETKİLEYEN FUNGAL HASTALIKLAR..... 91

Buğdaydan İzole Edilen *Pseudomonas* spp. izolatlarının Karekterizasyonu ve *Fusarium pseudograminearum, F.graminearum ve Bipolaris sorakiniana patojenlerine* karşı Antagonisitik Aktiviterinin Belirlenmesi 102

TEKNOLOJİ BAĞIMLILIĞININ AİLE YAŞANTISI ÜZERİNE ETKİSİNİN BİRLİKTELİK ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ..... 115

GÖĞÜS RÖNTGENİ GÖRÜNTÜLERİNDEN AKCİĞER ENFEKSİYONLARININ RESNET-152 DERİN ÖĞRENME MODELİ İLE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ 129

TÜRK TÜKETİCİLERİNİN OFİS MASASI TERCİHLERİNİN KARAR AĞACI MODELİ İLE TAHMİN EDİLMESİ . 137

AKILLI TELEFONUN KULLANIMININ AKADEMİK BAŞARI ÜZERİNE ETKİSİNİN FP-GROWTH ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ..... 146

ESP32 TABANLI Wİ-Fİ, BLUETOOTH VE YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ YENİLENEBİLİR AKILLI EV SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI 161

BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI İLE TEHDİT DEĞERLENDİRMESİ VE SİLAH ATAMA PROBLEMİ 174

GEOMETRIC OPTIMIZATION OF PLATE-FIN MANIFOLDS USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY 197

ENHANCING EXPLAINABILITY IN MACHİNE LEARNING MODELS: ADDRESSING THE RASHOMON EFFECT WITH SHAP AND LORE 209

INNOVATIVE MACHINE LEARNING APPROACHES FOR ENHANCED DIABETES RISK PREDICTION USING NHANES DATA 219

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

DOĞANIN İZİNDE: KENTSEL DONATILARDA DOĞADAN İLHAM ALMA 230

ORMAN ÜRÜNLERİ SEKTÖRÜNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR ÇEVRE GELİŞTİRMEYE YÖNELİK YEŞİL ÜRETİM UYGULAMALARI 240

DETECTION OF DEFORESTATION IN THE BLACK SEA REGION BETWEEN THE YEARS 2020-2021 USING SENTINEL-2A SATELLITE IMAGERY AND MACHINE LEARNING (ML) 248

Investigation of Forestry Activities in Protected Areas 262

MOBİLYA ERGONOMİSİ KONUSUNDAKİ YAYINLARIN BİBLİYOMETRİK VERİ ANALİZİ 276

AHŞAP RESTORASYONU İLE İLGİLİ BİLİMSEL YAYINLARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ 291

HİDROFOBİK DERİN ÖTEKTİK ÇÖZÜCÜLER VE AĞIR METAL BELİRLENMESİNDE KULLANIMLARI 301

MİKROEKSTRAKSİYON TEKNİKLERİNDE KULLANILAN YEŞİL ÇÖZÜCÜLER 312

1,2,4-TRİAZOL TÜREVLERİNİN ANTİBAKTERİYEL AJAN OLARAK MOLEKÜLER DOKİNG ÇALIŞMASI 324

BAZI 1,2,4-TRİAZOL TÜREVLERİNİN ANTİBAKTERİYEL AKTİVİTELERİNİN KUANTUM KİMYASAL HESAPLAMALARI 333

DETERMINATION OF THE POTENTIAL OF CERTAIN BORON COMPOUNDS IN THE PHOTOCATALYTIC REMOVAL OF METHYLENE BLUE 340

COMPARING BIOCHEMICAL ANALYSES OF COVID-19 PATIENTS WITH HEALTHY INDIVIDUALS 346

TOZ VE SIVI YALITIM MALZEMELERİNİN BETON ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ 358

BOR ATIĞI VE UÇUCU KÜLÜN ALKALİ SİLİKA REAKSİYONUNA ETKİSİ 368

BOR (KOLEMANİT) KATKILI ASFALT BETONLARIN MUHTELİF PERFORMANSLARININ MARSHALL DENEYLERİ İLE, MİKROYAPI VE HOMOJENLİK KARAKTERİSTİKLERİNİN BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ (BT) İLE DEĞERLENDİRİLMESİ 377

KAVŞAKLARDA GÖRÜŞ MESAFESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN İRDELENMESİ: KARABÜK VE BAĞLANTI YOLLARI ÖRNEĞİ 388

EFFECT OF SOIL STRUCTURE INTERACTION IN REDUCING ACCELERATIONS OF STRUCTURES UNDER SEISMIC EXCITATIONS 402

EFFECT OF PGA/PGV RATİO IN REDUCING DISPLACEMENTS OF STRUCTURES SUBJECTED TO SEISMIC LOADS 409

Avrupa Melezi (*Larix decidua* Mill.) Ahşabında Renk, Parlaklık Ve Beyazlık İndeksi Üzerine Hazırlanmış Karbonat Ve Sirke Bazlı Karışımlarının Etkileri 417

İpê (*Tabebuia serratifolia* (Vahl)) Odununda Farklı Ahşap Ağartıcı Kimyasallarının Uygulanması 425

BEHIND THE DYSFUNCTIONALITY IN THE FORMER TANNERY LEATHER INDUSTRY ZONE: STRUCTURAL URBAN TRANSFORMATION ANALYSIS AND SUSTAINABILITY STRATEGIES FOR UŞAK PROVINCE 433

AI-ENHANCED GEOMATICS ENGINEERING: INNOVATIVE SOLUTIONS AND APPLICATIONS USING CHATGPT, AN ADVANCED AI LANGUAGE MODEL 451

BELİRLİ HACİMDE VE FARKLI PROFİLLERDEKİ KANATÇIK YAPILARININ DOĞAL TAŞINIM VE RADYASYON İLE ISI TRANSFER PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI 468

PELTOPHORUM PTEROCARPUM BİTKİSİNDEN ELDE EDİLEN DOĞAL BOYANIN BOYA DUYARLI GÜNEŞ HÜCRELERİNDE KULLANIMI: CDS KATKISININ DİKKAT ÇEKİCİ YÜKSEK VERİME ETKİSİ 481

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

DSSC PERFORMANSININ YÜKSELTİLMESİNDE YENİLİKÇİ BİR YAKLAŞIM: ZNO NANOROD ÜZERİNDE AG/PANI KOMPOZİT ARKA ELEKTROT İLE %11 VERİM ELDESİ 490

siRNA YÜKLÜ KİTOSAN NANOPARTİKÜLLERİ İLE PANKREAS..... 501

KANSERİNDE KRAS GENİNİN SUSTURULMASI 501

GASTROİNTESTİNAL STROMAL TÜMÖRE BAĞLI GELİŞEN ERİŞKİN JEJUNOJEJUNAL İNTUSUSEPSİYON 514

TANI KONULMASI ZOR OLAN BİR OLGU SUNUMU: OBTURATOR HERNİ..... 520

NADİR BİR DİYAFRAM HERNİSİ OLGUSU: MORGAGNİ HERNİ VE CERRAHİ TEDAVİSİ..... 526

NADİR BİR İNTERNAL HERNİASYON OLGUSU: PARAÇEKAL HERNİ VE CERRAHİ TEDAVİSİ..... 532

NADİR BİR AKUT BATIN NEDENİ: GEZİCİ DALAK(WANDERİNG SPLEEN)..... 538

JEJUNAL DİVERTİKÜLOZ OBSTRÜKSİYONU: NADİR BİR AKUT KARIN NEDENİ 544

ISI DEĞİŞTİRİCİLERİNDE NANOAKIŞKAN KULLANIMININ ISIL PERFORMANSA ETKİSİ 550

ISI DEĞİŞTİRİCİLERİNDE ÇALIŞMA AKIŞKANI OLARAK Al_2O_3-SU NANOAKIŞKANI KULLANAN ÇALIŞMALARIN ANALİZİ 560

DUVAR TİPİ ELEKTRİKLİ KAZANIN HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ METODU KULLANILARAK ISIL VERİMLİLİĞİNİN İNCELENMESİ..... 567

Stronsiyum Katkısının Zn-40Al-2Cu Alaşımının Korozyon Direncine Etkisi..... 580

ANALYSIS OF BATTERY CHANGE TIMES IN ELECTRIC VEHICLES 591

ANALYSIS OF MAINTENANCE COSTS IN ELECTRIC VEHICLES 596

A SPLINE COLLOCATION APPROACH TO ZELDOVICH EQUATION 602

SOLUTIONS OF LONNGREN-WAVE EQUATION VIA GENERALIZED RICCATI EQUATION MAPPING METHOD 609

APPLICATION OF PICK'S THEOREM TO DELAUNAY TRIANGLES AND VORONOI POLYGONS..... 618

ON SOME 3-NETS IN ALPHA AND BETA PLANES OF KLEIN QUADRIC 625

ON LINE PARTITIONS OF SOME CONFIGURATIONS IN THE HALL PLANE 633

ON SOME 3-NETS IN LEFT SEMI FIELD PLANE OF ORDER 9..... 646

TYPE SEQUENCE OF SOME NUMERICAL SEMIGROUPS WITH THE DETERMINE NUMBER FIVE 654

ON THE GENUS AND FROBENIUS NUMBER OF SOME NUMERICAL SEMIGROUPS WITH THE DETERMINE NUMBER FIVE 661

YOĞUN BAKIM ÜNİTELERİNDE KARBAPENEM DİRENÇLİ ENTEROBACTERALES ENFEKSİYONLARI: SEFTAZİDİM-AVİBAKTAM DENEYİMİ..... 667

PERİNÖRAL İNVAZYONLU PROSTAT KANSERİNDE HİPOFRAKSİYONE RADYOTERAPİ UYGULANMASININ TEDAVİ YANIT ETKİSİ..... 670

SYNTHESIS OF TWO NOVEL ANTI-INFLAMMATORY MOLECULES AND TESTING OF THEIR ABILITY TO SUPPRESS PROINFLAMMATORY MEDIATORS 679

REUSE OF INDUSTRIAL WASTES: PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF CERAMIC WALL TILES WITH MARBLE WASTE AND COLEMANITE ADDITIVES 693

TAVUK HİDROKSİAPATİT-%1 MAGNEZYUM OKSİT SİSTEMİNE %0.25-1.0 ORANLARINDA YTRİYUM OKSİT İLAVESİ VE ETKİSİNİN İNCELENMESİ..... 707

BİYOMEDİKAL UYGULAMALAR İÇİN ALTERNATİF ÜÇLÜ SİSTEM: TAVUK HİDROKSİAPATİT-%0.5 TİTANYUM OKSİT-%(0.25/0.50) LANTANYUM OKSİT 719

$AuCu_3$-TİPİ İKİLİ İNTERMETALİK BİLEŞİK $NdIr_3$'ÜN YAPISAL, ELASTİK ÖZELLİKLERİ ve FONON STABİLİTESİ 726

Li_2MgGe HEUSLER BİLEŞİĞİNİN YAPISAL, ELEKTRONİK VE ELASTİK ÖZELLİKLERİ 732

NEONATAL BUZAĞILARDA LÖKOGRAM 739

NEONATAL BUZAĞILARDA ERİTROGRAM 750

BUZAĞILARDA KALSİYUM VE FOSFOR DEĞİŞİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 758

BUZAĞILARDA SODYUM, POTASYUM ve KLOR DEĞİŞİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 767

SURGICAL CORRECTION OF PECTUS EXCAVATUM IN A CAT 777

SURGICAL TREATMENT OF A DOG WITH COMPLETE ACHILLES TENDON RUPTURE 783

CORNEOCONJUNCTIVAL GRAFT TREATMENT IN A PERSİAN CAT WITH CORNEAL SEQUESTRA 790

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE AKADEMİK ERTELEME VE 797

ETİK DEĞERLERE YATKINLIK 797

HEMŞİRE REHBERLİĞİNDE DİYABETES MELLİTUS YÖNETİMİ 802

TİP 2 DİYABET YÖNETİMİNDE KULLANILAN GELENEKSELVE TAMAMLAYICI TIP YÖNTEMLERİ 812

SAVAŞLARIN KÜRESEL RUH SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: JEO-PSİKİYATRİ PERSPEKTİFİ 819

TİP 2 DİYABETLİ BİREYLERİN HİPERTANSİYONDAN KORUNMA TUTUMLARI 834

HİPERTANSİF BİREYLERDE KAN BASINCI FARKINDALIĞI VE İÇGÖRÜ DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ 844

PSİKİYATRİ HEMŞİRELİĞİNDE İYİLEŞTİRİCİ GÜÇLER: PSİKOLOJİK DAYANIKLILIK VE DUYGUSAL ZEKA 854

ÇOCUK VE ERGENLERDE DEPRESYON: HEMŞİRELİK UYGULAMALARINA YÖNELİK ÇIKARIMLAR/ DEPRESSİON İN CHİLDREN AND ADOLESCENTS: IMPLİCATİONS FOR NURSİNG PRACTİCE 865

TESS UYDU VERİLERİYLE BB PHE'NİN FREKANS ANALİZİ 879

DÜŞÜK KALİTELİ LİNYİT KÖMÜRLERİ VE ATIK PLASTİĞİN BİRLİKTE GAZLAŞTIRILMASIYLA ÜRETİLEN SENTEZ GAZININ KARAKTERİZASYONU 888

A COMPARATIVE THERMOLUMINESCENCE STUDY ON ZnO AND ZnO: DY3+ NANOROD PHOSPHORS: ANOMALOUS HEATING RATE EFFECT 897

ELEKTRİK DAĞITIM SEKTÖRÜNDE KESİNTİ YÖNETİMİ: AHP VE VIKOR YÖNTEMLERİYLE ARIZA ÖNCELİKLENDİRME MODELİ 913

ELEKTRİK ENERJİSİ TÜKETİM TAHMİNİ: HİBRİT YAKLAŞIMLAR 929

ELEKTRİK GÜÇ SİSTEMLERİNDE OLUŞAN HARMONİKLERE AKTİF VE PASİF FİLTRELERİN ETKİLERİ 936

ELEKTRİK GÜÇ SİSTEMLERİNDE VERİMLİLİK ARTIRMA YÖNTEMİ: FACTS KONTROLÖRLER 942

INVERSE DESIGN OF A 5.8 GHZ/5.9 GHZ ANTENNA FOR ELECTRIC VEHICLE APPLICATIONS: A RANDOM FOREST ALGORITHM APPROACH 948

ORGANIC AGRICULTURE IN THE SOLUTION OF CLIMATE CHANGE DUE TO GLOBAL WARMING 957

ÜZÜM VE NAR ÇEKİRDEĞİ UNUNUN MAKARNA ÜRETİMİNDE KULLANIMI VE KALİTE PARAMETRELERİNE ETKİSİ 966

MEŞE PALAMUDU UNUNUN GLUTENSİZ TARHANA ÜRETİMİNDE KULLANIMI VE KALİTE PARAMETRELERİNE ETKİSİ 972

THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON SEAFOOD QUALITY..... 979

ÇARKIFELEK (*Passiflora incarnata*) BİTKİSİNDE MORFOGENETİK VARYABİLİTEYE BAĞLI OLARAK KALİTE PARAMETRELERİNİN DEĞİŞİMİ..... 988

ALTIN OTU (*Helichrysum arenarium*)'NUN BİTKİ KISIMLARINDA AROMA BİLEŞİKLERİNİN DEĞİŞİMİ ... 995

ANTIMICROBIAL AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF *ORİGANUM VULGARE* L. SSP. *HİRTUM* (LİNK) IETSWAART EXTRACTS 1004

CYTOTOXIC EFFECT OF ETHANOL EXTRACT OF *TRİCHOLOMA ATROSQUAMOSUM* SACC. 1014

FREECAD VE OPENFOAM İLE MODEL BİR TAŞITIN ETRAFINDAKİ AKIŞ KARAKTERİSTİĞİ ANALİZİ..... 1020

A SERIOUS HAZARD IN PROCESSES IN CONTACT WITH DUST: DUST EXPLOSION 1027

AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY METHOD FOR STARCH MODIFICATION: ENZYMATIC TREATMENT 1032

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF USING YARN, FABRIC, IRON POWDER AND HEMP WASTE MATERIALS AS FIBER ADDITIVES IN SLAG-BASED GEOPOLYMER CONCRETE ON COMPRESSIVE AND FLEXURAL STRENGTH..... 1039

ELEMENT POTENTIALS OF RED COLORED NEOGENE KAZMACA FORMATION AND UPPER EOCENE-LOWER MIOCENE INCIK AND BAYINDIR FORMATIONS CROPPING OUT AROUND KIRIKKAL..... 1052

ANALYSIS OF DRINKING WATER POLLUTANTS AND APPLICATION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT STANDARDS TO REDUCE RISKS AND ENHANCE ENVIRONMENTAL HEALTH IN SALAH AL-DIN GOVERNORATE 1079

DEMOLD CONSTRAINT IMPLEMENTATION FOR ENHANCED TOPOLOGY OPTIMIZATION..... 1086

MONOBLOCK COLD PLATE DESIGN WITH TPMS-EMBEDDED LIQUID COOLING CHANNEL: A DESIGN WORKFLOW VIA IMPLICIT MODELING..... 1091

OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE İNOVASYON YÖNETİMİ: IMPROVE VE SME-MPOWER ARAÇLARINA DAİR UYGULAMA..... 1097

GAZ ATOMİZASYON YÖNTEMİYLE AlSi10Mg ALAŞIM TOZU ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU 1108

YUMUŞAK DOKU SARKOMLU HASTALARDA RADYOTERAPİ SONUÇLARI ve PROGNOSTİK FAKTÖRLER...1117

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

DETERMINATION OF SOME NUTRITIONAL ELEMENT CONCENTRATIONS OF *Arum maculatum* PLANT COLLECTED FROM NATURE IN THE ADANA REGION

Assist. Prof. Dr. Handan SARAC

Sivas Cumhuriyet University, E-mail: handansarac@cumhuriyet.edu.tr
ORCID ID: 0000-0001- 7481-7978

Assoc. Prof. Dr. Ahmet DEMIRBAS

Sivas Cumhuriyet University, E-mail: ademirbas@cumhuriyet.edu.tr
ORCID ID: 0000-0003- 2523-7322

ABSTRACT

Arum maculatum (*A. maculatum*) belongs to the *Araceae* family, which includes nearly 1,000 species, most of which are tropical, with many being marsh or water plants. *A. maculatum* is a plant that has been known to humans since ancient times, and Türkiye is located within the natural habitat of this species. The leaves of the plant are used as a local vegetable. Additionally, its fresh leaves and tubers are widely utilized in folk medicine for the treatment of various diseases. The aim of this study was to determine the concentrations of some nutritional elements in the *A. maculatum* plant collected from the Adana region in nature. The concentrations of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), iron (Fe), zinc (Zn), manganese (Mn), and copper (Cu) were determined. In the study, the nitrogen concentration of *A. maculatum* was determined as 2.74% N, the phosphorus concentration as 0.93% P, the potassium concentration as 0.97% K, the calcium concentration as 1.38% Ca, and the magnesium concentration as 0.59% Mg. Meanwhile, the concentrations of iron, zinc, manganese, and copper were found to be 390.9 mg Fe kg^{-1}, 65.8 mg Zn kg^{-1}, 24.9 mg Mn kg^{-1}, and 22.3 mg Cu kg^{-1}, respectively.

Key Words : *Arum maculatum*, nutritional element, Adana region.

1. GİRİŞ

A. maculatum is a perennial, tuberous, herbaceous wild plant belonging to the *Araceae* family, which includes 105 genera and 3,300 species, most of which are tropical [1, 2, 3]. It is commonly found in Turkey, particularly in Adana and its surroundings, as well as in the Eastern Mediterranean, Southwestern Anatolia, and around Cyprus [3]. In the Eastern Mediterranean

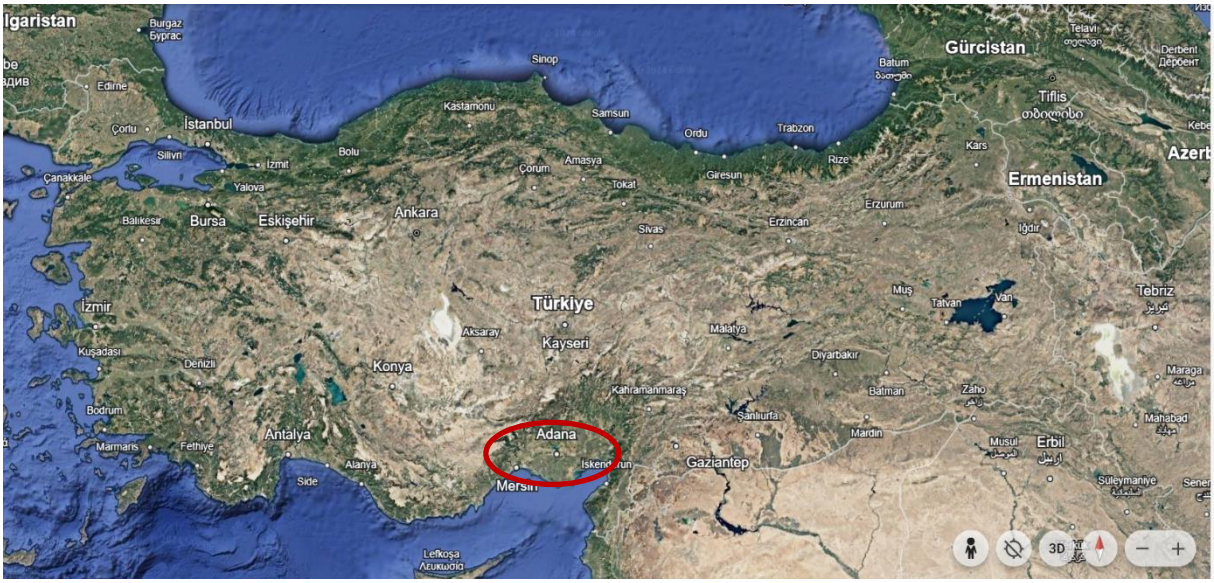
ISBN NR: 978-625-5962-02-7

region, with the arrival of spring, it naturally grows between March and June in humid areas such as forested lands, under deciduous mixed trees, and at the base of rocks. It is most commonly observed during April and May [4, 6, 7]. It is a plant that has been known and used by humans for various purposes since ancient times [5, 6]. It is commonly known among the public by names such as snake pillow, snake herb, snake beet, bitter beet, bear's ear, snake tongue, tirşik, kabargan, nivik, and beet [3, 4, 6, 7]. The plant's long, arrow-shaped leaves are often sold as vegetables in local markets [3, 4, 6, 7]. It is cooked and consumed as a traditional soup [4, 6, 7]. It is also consumed by drying, boiling, roasting and making stuffed leaves [3]. Its tuberous roots, which can be found up to 40 cm below the ground, are quite large due to starch storage. However, they can be highly toxic if not cooked using proper techniques [6, 7]. When consumed fresh, the tubers of the plant exhibit toxic effects, but they are safe in dried form as long as they do not exceed a certain amount [8]. Various medicinal effects are mentioned for the *A. maculatum* plant [9]. Despite its toxic properties, the tubers of the plant, which have been used for food and medicinal purposes for centuries [3] are traditionally reported to be used in folk medicine, especially for reducing fever, expelling mucus, and treating intestinal parasites [6, 7]. Additionally, the tubers of the plant have properties that promote sweating, act as a diuretic, expectorant, strong laxative, and possess anti-rheumatic effects [6].

This study aims to determine the concentrations of some nutrient elements in the *A. maculatum* plant collected from nature within the boundaries of Karataş district in Adana Province.

2. MATERIALS AND METHOD

The *A. maculatum* plant was collected from nature in May 2024 from the region within the boundaries of Karataş District, Adana Province (Figure 1). The plant samples brought to the laboratory were first washed with tap water, then with distilled water, and dried in an oven at 70°C for 48 hours until they reached a constant weight. The dried plant samples were then ground in a agate mill.



ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Figure 1. View of the place where the *A. maculatum* plant was collected

In the filtrates obtained from the samples burned according to the wet combustion method (H_2O_2-HNO_3 acid mixture), phosphorus (P) was measured with a spectrophotometer (Shimadzu UV2600) device [10], potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), iron (Fe), Zinc (Zn), manganese (Mn) and copper (Cu) analyzes were performed by atomic absorption spectrophotometer (Shimadzu AA-7000). determined on the device [11]. Nitrogen analysis of *A. maculatum* plant was determined according to the Kjeldahl distillation method [12].

3. RESULTS AND EVALUATION

In the study, the nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium concentrations of the *A. maculatum* plant collected from nature in the Adana region are presented in Table 1, while the concentrations of iron, zinc, manganese, and copper are provided in Table 2.

Table 1. The concentrations of *A. maculatum* plant N, P, K, Ca, and Mg (%)

Element	(%)
N	**2.74**
P	**0.93**
K	**0.97**
Ca	**1.38**
Mg	**0.59**

In the study, the concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium in the *A. maculatum* plant were determined as follows: 2.74% N, 0.93% P, 0.97% K, 1.38% Ca, and 0.59% Mg (Table 1). In the study, the concentrations of macro elements in the *A. maculatum* plant's leaves were found to be as follows: nitrogen and magnesium concentrations were sufficient, phosphorus concentration was high, and potassium and calcium concentrations were low [4], In a study conducted in April and May 2020, nitrogen concentrations were examined in the tissues of the tirşik plant collected from natural areas in Kadirli, Düziçi (Osmaniye), and Andırın (Kahramanmaraş) districts. The highest nitrogen concentration, 4.79% N, was found in the tirşik plant collected from the Andırın region, followed by 4.05% N in the plant collected from Kadirli and 3.46% N in the plant from Düziçi. The study reported that the highest phosphorus concentration, 0.37% P, was found in the tirşik plant collected from the Andırın region; the highest potassium concentration, 2.98% K, was found in the plant collected from Düziçi; the highest calcium concentration, 0.68% Ca, was found in the plant collected from Kadirli; and the highest magnesium concentration, 0.16% Mg, was found in the plant collected from Düziçi. In another study conducted on the Madımak (*Polygonum cognatum* Meissn.) plant, collected from pasturelands in the Sivas region during the optimal vegetation

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

period of May-June, the concentrations of nutrient elements were determined as follows: 3.50% N for nitrogen, 0.259% P for phosphorus, 3.9% K for potassium, 0.51% Ca for calcium, and 0.44% Mg for magnesium [13].

Table 2. Fe, Zn, Mn and Cu concentrations of *A. maculatum* plant (mg kg^{-1})

Element	**(mg kg^{-1})**
Fe	**390.9**
Zn	**65.8**
Mn	**24.9**
Cu	**22.3**

When evaluating Table 2 for iron, zinc, manganese, and copper concentrations, the following values were determined: the iron concentration was 390.9 mg Fe kg^{-1}, the zinc concentration was 65.8 mg Zn kg^{-1}, the manganese concentration was 24.9 mg Mn kg^{-1}, and the copper concentration was 22.3 mg Cu kg^{-1}. In a similar study, it was reported that the highest iron concentration was 122 mg Fe kg^{-1} in the Andırın region, the plant with the highest zinc concentration was 62.3 mg Zn kg^{-1} from Kadirli, and the highest manganese concentration was 25.3 mg Mn kg^{-1} in the tirşik plants collected from Andırın. The copper concentration in the plants was found to be very low, ranging from 0.0016 to 0.0023 mg Cu kg^{-1} [4]. In a study conducted on the Madımak plant, the following concentrations were determined: iron concentration was 144.7 mg Fe kg^{-1}, zinc concentration was 40.3 mg Zn kg^{-1}, manganese concentration was 30.1 mg Mn kg^{-1}, and copper concentration was 7.5 mg Cu kg^{-1} [13]. In our study, the concentrations of microelements such as iron, zinc, and copper were found to be high, while the manganese concentration was determined to be at an adequate level.

When the research findings are considered as a whole, it has been determined that the *A. maculatum* plant, which has a wide distribution area in Turkey, is sufficient in terms of some nutrient elements. The research results are expected to provide the opportunity for regional comparisons of the *A. maculatum* plant, which is known by different names in local communities and is commonly consumed in various regional dishes, especially as a soup, in terms of its nutrient elements.

REFERENCES

[1] Akan, H., Çeçen, C., & Balos, M. M. (2019). Şanlıurfa yöresinde doğal yayılış gösteren Biarum Schott (Araceae Juss.) cinsine ait taksonların anatomik ve morfolojik yönden incelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22, 69-83.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[2] Balos, M. M., Akan, H., Durmaz, E. N., & İlgaz, F. Z. (2021). Araceae familyasına ait bazı taksonların süt pıhtılaştırma özelliklerinin araştırılması. International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 4(3), 412-419.

[3] Ceylan F., Yenilebilir Otların Yiyecek Hazırlamada Kullanımı: Tirşik Otu (*Arum Maculatum* L.), Yüksek Lisans Tezi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ankara, 2019.

[4] Akpınar, Ç. Osmaniye ili ve çevresinden toplanan tirşik (*Arum maculatum* L.) bitkisinin besin elementi konsantrasyonlarının değerlendirilmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, *4*(3), 211-216, 2021.

[5] Gibernau, M., Macquart, D., Przetak, G. Pollination in the Genus *Arum* – a review. Aroideana, 27:148-166, 2004.

[6] Atalay, T., & Yıldız, K. (2020). *Arum maculatum* (yilan yastiği) bitkisi ve antiparaziter özellikleri. Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni, 11(3), 126-133.

[7] Yurt, N.Ş., Türe, E., Çubukçu, M. Nivik otu zehirlenmesi: *Arum maculatum*-Bir olgu sunumu. Ankara Medical Journal, 19(4), 796-799, 2019.

[8] Saygın, S., Varol, B., Ozdemır, N., Sargin, I., Arslan, G. Encapsulation of edible cuckoopint (*Arum maculatum*) tuber powder. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 49(2), 46-52, 2023.

[9] Farahmandfar, R., Esmaeilzadeh Kenari, R., Asnaashari, M., Shahrampour, D., Bakhshandeh, T. Bioactive compounds, antioxidant and antimicrobial activities of *Arum maculatum* leaves extracts as affected by various solvents and extraction methods. Food science & nutrition, 7(2), 465-475, 2019.

[10] Murphy, J., Riley, J.P. A modified single solution for the determination of phosphate in natural waters. Analtica Chemica Acta, 1962.

[11] Kacar, B., Katkat, V. Bitki Besleme. 5. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti, Kızılay-Ankara, 2010.

[12] Bremner, J.M.. Method of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Methods. American Society of Agronomy Inc., ss: 1149-1178, Madison, USA, 1965.

[13] Saraç, H., Daştan, T., Demirbaş, A., Daştan, S. D., Karaköy, T., Durukan, H.. Madımak (*Polygonum cognatum* Meissn.) bitki özütlerinin besin elementleri ve in vitro antikanserojen aktiviteleri yönünden değerlendirilmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 340-347, 2018.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

SOME NUTRITIONAL ELEMENT CONCENTRATIONS OF THE PURPLE DEAD-NETTLE (*Lamium purpureum* L.) PLANT COLLECTED FROM NATURE

Assist. Prof. Dr. Handan SARAC

Sivas Cumhuriyet University, E-mail: handansarac@cumhuriyet.edu.tr
ORCID ID: 0000-0001- 7481-7978

Assoc. Prof. Dr. Ahmet DEMIRBAS

Sivas Cumhuriyet University, E-mail: ademirbas@cumhuriyet.edu.tr
ORCID ID: 0000-0003- 2523-7322,

ABSTRACT

Wild plants have been traditionally used for centuries for both nutritional value and functional properties, serving as food and for medicinal purposes. *Lamium purpureum* L. plant, belonging to the *Lamium* genus, is an annual wild plant species commonly known as Purple Dead-nettle or Red Dead-nettle. The aerial parts of the plant (the tops and leaves of young plants) are edible. It is especially used in salads, sautés, and sauces. It is also widely used for medicinal purposes. The study aimed to determine some nutritional element concentrations of the Purple Dead-nettle plant collected from nature in the Sivas region. For this purpose, the plants brought to the laboratory were washed first with tap water, then twice with pure water, and then ground in a plant grinding mill. The concentrations of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), iron (Fe), zinc (Zn), manganese (Mn), and copper (Cu) have been determined in the Purple Dead-nettle plant subjected to wet burning. In the research, the nitrogen concentration of the Purple Dead-nettle plant was determined as 3.51% N, phosphorus concentration 0.26% P, potassium concentration 5.98% K, calcium concentration 0.33% Ca, and magnesium concentration 0.65% Mg. Iron, zinc, manganese and copper concentrations were determined as 873.0 mg Fe kg^{-1}, 38.9 mg Zn kg^{-1}, 85.9 mg Mn $kg^{-1,}$ and 10.8 mg Cu kg^{-1}, respectively. Research results have shown that the Purple Dead-nettle plant, which grows spontaneously in nature, is sufficient in terms of some macro and micro nutritional elements.

Key Words : *Lamium purpureum* L., Purple Dead-nettle, Macroelement, Microelement.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. INTRODUCTION

Wild plants that naturally grow on Earth have been used by humans for various purposes for centuries. The beneficial and harmful effects of these plants have been understood through human experience and passed down from generation to generation [1, 2, 3, 4]. People primarily use wild plants for nutritional purposes. However, some of them are also considered as spices, medicinal plants, and dye plants [3, 5]. It has been reported that more than 10,000 edible wild plants species used as food are distributed worldwide [2, 5, 6, 7, 8, 9]. Particularly in developing countries, millions of people suffer from deficiencies in one or more nutrients due to malnutrition [3, 10, 11]. Edible wild plants are considered both economical and natural sources of nutrients, including various minerals, fatty acids, and vitamins [11, 12, 13]. As a matter of fact, the Food and Agriculture Organization (FAO) has reported that at least 1 million people worldwide consume wild plants for nutritional purposes [3, 11]. Edible wild plants are collected from natural flora and used fresh, cooked, or dried in various traditional dishes and salads. They are also commonly consumed as spices and teas [8, 9, 14, 15]. Studies have shown that most edible wild plants not only provide nutritional benefits but also have positive effects on health and exhibit strong biological activities (such as antioxidant, antimicrobial, and anticancer properties) [7, 9, 16].

Lamium purpureum L. *(L. purpureum* L.) is an annual herbaceous wild plant belonging to the Lamiaceae family, which is widespread worldwide [17, 18, 19]. The plant naturally occurs in Europe and Asia but has now spread to most parts of the world [18, 20]. It is possible to observe the plant at altitudes up to 30-1700 meters above sea level [17]. It is found in *Quercus* and *Abies* forests, meadows, forest edges, roadsides, vacant lands, gravelly riverbanks, and gardens [17, 21]. This plant, which grows in various types of habitats, typically blooms between March and June [22]. It generally grows to a height of 5–35 cm [17]. Commonly known as "Red or Purple Dead-nettle," *L. purpureum* has leaves covered with fine hairs, resembling members of the Urticaceae family. However, unlike nettle, members of the *Lamium* genus lack the stinging and irritating hairs found in nettles. Therefore, they are harmless and are referred to as "dead-nettle" [20, 23]. The young tops and leaves of the plant are edible. It can be used in salads or sautéed as a spring vegetable. When finely chopped, it can also be incorporated into sauces [20]. Traditionally, it has been used as a tonic and as a laxative and strengthening drug [5, 17, 24]. The plant is known for its diuretic, diaphoretic, anti-diarrheal, expectorant, vasoconstrictive, hemostatic, and softening properties. It has been used in the treatment of epilepsy, rheumatism, abscesses, and wounds [19, 24, 25]. Additionally, it is consumed for prostate treatment [17].

This study aims to determine the concentrations of some macro and micronutrients in the Purple Dead-nettle (*L. purpureum* L.) plant collected from the natural environment in the Sivas region.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2. MATERIAL AND METHOD

The Purple Dead-nettle (*L. purpureum* L.) used as plant material was collected in May 2023 from the Yıldızeli district of Sivas province. The aerial parts of the plant were harvested early in the morning. The edible parts of the fresh plant samples brought to the laboratory were separated from the roots and stems. For the determination of macro and micronutrient, after being washed with tap water and distilled water, the plant samples were dried in an oven at 70°C for 48 hours until a constant weight was achieved. The dried plant samples were ground in an agate mill and subjected to wet digestion using an H_2O_2-HNO_3 acid mixture. Phosphorus (P) determination was performed colorimetrically at 882 nm using a spectrophotometer [26]. The concentrations of Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Potassium (K), Iron (Fe), Manganese (Mn), Zinc (Zn), and Copper (Cu) were determined using an Atomic Absorption Spectrophotometer (Shimadzu AA-7000) [27]. Nitrogen (N) concentrations were determined using the Kjeldahl distillation method [28].

3. RESULTS AND EVALUATION

In the study, some macronutrient concentrations of *L. purpureum* collected from nature in Sivas province are presented in Table 1, and some micronutrients concentrations are provided in Table 2.

Table 1. Some macronutrient concentrations of *L. purpureum* plant (%)

N	P	K	Ca	Mg
		(%)		
3.51	0.26	5.98	0.33	0.65

When Table 1 was examined in terms of some macronutrient concentrations of the *L. purpureum* plant, it was determined that the nitrogen concentration was 3.51% N, phosphorus concentration was 0.26% P, potassium concentration was 5.98% K, calcium concentration was 0.33% Ca, and magnesium concentration was 0.65% Mg. Studies on another plant, *Moringa oleifera*, have examined its nutritional content, reporting that the sodium concentration ranges from 1.2–78.3 mg Na 100 g^{-1}, calcium concentration ranges from 463.0–2620.5 mg Ca 100 g^{-1}, phosphorus concentration ranges from 0.152–433.0 mg P 100 g^{-1}, and magnesium concentration ranges from 40.0–717.0 mg Mg 100 g^{-1} [29, 30, 31]. In a study conducted to determine the nutrient element concentrations of the Laurel *(Laurus nobilis)* plant collected from nature in the Izmir region, it was reported that the concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium were 1.68% N, 0.72% P, 1.12% K, 2.40% Ca, and 0.45% Mg, respectively [32]. In another study conducted to determine the concentrations of some nutrient elements in Acacia (*Robinia pseudoacacia*) plant leaves collected from Sivas and Tokat provinces, the average concentrations of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, and Cu in the Acacia leaves collected from Sivas were found to be 2.41% N, 0.077% P, 2.23% K, 1.23% Ca,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

and 1.29% Mg. In the leaves collected from Tokat, the concentrations were reported as 3.15% N, 0.371% P, 3.83% K, 0.88% Ca, and 0.76% Mg [33].

Table 2. Some micronutrient concentrations of *L. purpureum* plant (mg kg^{-1})

Fe	Zn	Mn	Cu
		(mg kg^{-1})	
873.0	38.9	85.9	10.8

When evaluating some micronutrient concentrations of the *L. purpureum* plant collected from the Sivas region, it was determined that the iron concentration was particularly high, and the concentrations of zinc, manganese, and copper were at adequate levels (Table 2). In the study, the concentrations of iron, zinc, manganese, and copper were found to be 873.0 mg Fe kg^{-1}, 38.9 mg Zn kg^{-1}, 85.9 mg Mn kg^{-1}, and 10.8 mg Cu kg^{-1}, respectively. In a similar study, some researchers reported that the iron and zinc concentrations of *Moringa oleifera* plant ranged from 7.07–52.1 mg Fe 100 g^{-1} and 0.2–10.09 mg Zn 100 g^{-1}, respectively [29, 30, 31]. In a study conducted on Laurel (*Laurus nobilis*) plant, the concentrations of iron, zinc, manganese, and copper were found to be 147.4 mg Fe kg^{-1}, 13.6 mg Zn kg^{-1}, 326.3 mg Mn kg^{-1}, and 27.8 mg Cu kg^{-1}, respectively [32]. In another study, the micronutrient concentrations in the leaves of Acacia *(Robinia pseudoacacia)* plant collected from Sivas and Tokat provinces were examined. In the plants collected from Sivas, the concentrations were 161.2 mg Fe kg^{-1}, 41.1 mg Zn kg^{-1}, 57.0 mg Mn kg^{-1}, and 19.2 mg Cu kg^{-1}, while in the plants collected from Tokat, the concentrations were 315.8 mg Fe kg^{-1}, 60.2 mg Zn kg^{-1}, 43.9 mg Mn kg^{-1}, and 39.7 mg Cu kg^{-1} [33].

4. GENERAL EVALUATION AND RESULTS

When the findings obtained from this study are evaluated as a whole, it can be concluded that the Purple Dead-nettle (*L. purpureum* L.) plant is generally sufficient in terms of some macro and micronutrients. These results suggest that the consumption of naturally grown *L. purpureum* L. plant may help meet the mineral needs of humans. Türkiye has a rich flora and a wide variety of plant species. In today's world, where global hunger rates are continuously rising, studies on the nutritional composition and medicinal properties of wild plants used by humans will make significant contributions to both human nutrition and the economy. *L. purpureum* plant has great potential in terms of functional foods, traditional medicine, and nutraceutical applications. Therefore, detailed studies on the plant's biological activities could be planned in the future.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

REFERENCES

[1] Yücel, E., Güney, F., Şengün, İ.Y. The wild plants consumed as a food in Mihalıççık district (Eskişehir/Turkey) and consumption forms of these plants. Biological Diversity and Conservation, *3*(3), 158-175, 2010.

[2] Urhan, Y., Ege, M. A., Öztürk, B., Cebe, G.E. Turkish food plants database. Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University, 40(2), 43-57, 2016.

[3] Daştan, T., Saraç, H. Determination of the nutritional element concentrations of Evelik plant (*Rumex crispus* L.). Cumhuriyet Science Journal, 39(4), 1020-1024, 2018

[4] Mohammed, F. S., Sevindik, M., Bal, C., Akgül, H., Selamoglu, Z. Biological activities of *Adiantum capillus-veneris* collected from Duhok province (Iraq). Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series C Biology, 28(2), 128-142, 2019.

[5] Baytop, T. Türkiye'de Bitkilerle Tedavi [Therapy with medicinal plants in Turkey]. İstanbul, Nobel Tıp Kitapevi, 371, 1999.

[6] Yücel, E., Tapırdamaz, A., Şengün, İ. Y., Yılmaz, G., Ak, A. Kisecik Kasabası Karaman ve çevresinde bulunan bazı yabani bitkilerin kullanım biçimleri ve besin öğesi içeriklerinin belirlenmesi. Biological Diversity and Conservation, 4(3), 71-82, 2011.

[7] Saraç, H., Daştan, T., Demirbaş, A., Daştan, S. D., Karaköy, T., Durukan, H. Madımak (*Polygonum cognatum* Meissn.) bitki özütlerinin besin elementleri ve in vitro antikanserojen aktiviteleri yönünden değerlendirilmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 340-347, 2018a

[8] Nohutçu, L., Tunçtürk, M., Tunçtürk, R. Yabani bitkiler ve sürdürülebilirlik. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 24(2), 142-151, 2019.

[9] Sarac, H. Nutrient Concentrations of Some Medicinal and Aromatic Plants Consumed as Functional Food. Research & Reviews in Science and Mathematics-II, 1938, 2021.

[10] Al-Qura'n, S.A. Ethnobotanical and ecological studies of wild edible plants in Jordan. Libyan Agriculture Research Center Journal International, 1(4), 231-243, 2010.

[11] Ceylan, F., Yücel, E. Consumption forms and nutrient content values of wild plants consumed as a food in and around Düzce. AKU J. Sci. Eng, 15-3, 2015.

[12] Özen, T. Antioxidant activity of wild edible plants in the Black Sea Region of Turkey. Grasas y aceites, 61(1), 86-94, 2010.

[13] Saraç, H., Daştan, T., Durukan, H., Daştan, S. D., Demirbaş, A., Karaköy, T. Kırmızı Gelincik (Fam: Papaveraceae, *Glaucium grandiflorum* Boiss. &Huet var. *grandiflorum*) Bitkisinin Farklı Özütlerinin Besin Elementi İçeriğinin ve In Vitro Antiproliferatif Etkilerinin Değerlendirilmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 417-428, 2018b.

[14] Tunçtürk, R. Fonksiyonel gıda olarak tüketilen semizotunun (*Portuleca oleracea* L.) tıbbi bitki olarak değerlendirilmesi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, (1), 101-103, 2013.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[15] Mohammed, F. S., Günal, S., Pehlivan, M., Doğan, M., Sevindik, M., Akgül, H. Phenolic content, antioxidant and antimicrobial potential of endemic Ferulago platycarpa. Gazi University Journal of Science, 33(4), 670-677, 2020.

[16] Kadıoğlu, Z. Erzincan İlinde Sebze Olarak Kullanılan Yabani Bitki Türleri. Anadolu Matbacılık Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 12, 2014.

[17] Solmaz, E. *Lamium purpureum* L. *var. purpureum Türünün Farklı Ekstrelerinin Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitelerinin İncelenmesi ve Aktivitede Rol Oynayan Fenoliklerin Belirlenmesi* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü), 2009.

[18] Jones, C. D., Woods, K. E., Setzer, W.N. A chemical ecological investigation of the allelopathic potential of *Lamium amplexicaule* and *Lamium purpureum,* 2012.

[19] Bubueanu, C., Iuksel, R., Panteli, M. Haemostatic activity of butanolic extracts of *Lamium album* and *Lamium purpureum* aerial parts. Acta pharmaceutica, 69(3), 443-449, 2019.

[20] Nicolaie, I., Diana, P., Oana, B. Variability of some morphological characteristics of *Lamium purpureum* L. weed. Annals of The Unıversıty of Craiova, Biology, Horticulture, Food products processing technology, Environmental engineering, 27(63), 211-218, 2022.

[21] Flamini, G., Cioni, P. L., Morelli, I. Composition of the essential oils and in vivo emission of volatiles of four Lamium species from Italy: *L. purpureum*, *L. hybridum*, *L. bifidum* and *L. amplexicaule*. *Food chemistry*, *91*(1), 63-68, 2005.

[22] Bekci, B., Taskan, G. Evaluation of usage areas of *Lamium purpureum* L. var. *purpureum* in urban landscape of Bartin vicinity (Turkey). Fresenius Environmental Bulletin, 22(10), 2880-2887, 2013.

[23] Yalçin, F. N., Kaya, D. Ethnobotany, pharmacology and phytochemistry of the genus *Lamium* (Lamiaceae). FABAD Journal of Pharmaceutical Sciences, 31(1), 43-52, 2006.

[24] Akkol, E. K., Yalçın, F. N., Kaya, D., Çalış, İ., Yesilada, E., Ersöz, T. In vivo anti-inflammatory and antinociceptive actions of some *Lamium* species. Journal of Ethnopharmacology, 118(1), 166-172, 2008.

[25] Salehi, B., Armstrong, L., Rescigno, A., Yeskaliyeva, B., Seitimova, G., Beyatli, A., ... Sharifi-Rad, J. Lamium plants—A comprehensive review on health benefits and biological activities. Molecules, 24(10), 1913, 2019.

[26] Murphy, J., Riley, J.P. A modified single solution for the determination of phosphate in natural waters. Analtica Chemica Acta, 1962.

[27] Kacar, B., Katkat, V. *Bitki Besleme*. 5. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti, Kızılay-Ankara, 2010.

[28] Bremner, J.M.. *Method of Soil Analysis. Part 2*. Chemical and Microbiological Methods. American Society of Agronomy Inc., ss: 1149-1178, Madison, USA, 1965.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[29] Castillo-Lopez, R.I., Leon-Felix, J., Angulo-Escalante, M.A., GutierrezDorado, R., Muy-Rangel, M.D., Heredia, J.B. Nutritional and phenolic characterization of Moringa oleifera leaves grown in Sinaloa, Mexico. Pak J Bot 49(1):161–168, 2017.

[30] Lalas, S., Athanasiadis, V., Karageorgou, I., Batra, G., Nanos, G.D., Makris, D.P. Nutritional characterization of leaves and herbal tea of Moringa oleifera cultivated in Greece. J Herbs Spices Med Plants 23(4):320–333, 2017.

[31] Sultana, S. Nutritional and functional properties of *Moringa oleifera*. Metab Open 8:100061, 2020.

[32] Daştan, T., Saraç, H., Daştan, S.D., Demirbaş, A. Evaluation of Bioactivity of Ethanol and Water Extracts and Determination of Nutrient Concentrations of Laurel (Laurus nobilis) Plants Grown in İzmir Province. Cumhuriyet Science Journal, 45(2), 201-209, 2024.

[33] Saraç, H., Durukan, H., Demirbaş, A. Sivas ve Tokat İllerinden Toplanan Akasya Bitkisi Yapraklarının (Robinia pseudoacacia L.) Bazı Besin Elementi Konsantrasyonları ve Antioksidan Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi. Akademik Ziraat Dergisi, 11(2), 311-318, 2022.

.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

TÜRKİYE DENİZLERİNDEN ÖRNEKLENEN İSTAVRİT (*Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868)) TÜRÜNÜN BOY-AĞIRLIK VE BOY-BOY İLİŞKİLERİ

Doç. Dr., MELEK ÖZPİÇAK*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi,

melek.zengin@omu.edu.tr - 0000-0003-3506-4242

Dr. Öğr. Üyesi, SEMRA SAYGIN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi,

semra.saygin@omu.edu.tr - 0000-0002-3249-5074

Prof. Dr., SAVAŞ YILMAZ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi,

savas.yilmaz@omu.edu.tr - 0000-0003-2859-4886

ÖZET

Boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri balıkçılık yönetiminde kullanılan oldukça önemli araçlardır. Boy-ağırlık ilişkileri ile ilgili parametreler, balığın uzunluğundan ağırlığının tahmin edilmesini, farklı habitatlardaki populasyonların morfolojisi ve yaşam döngülerinin karşılaştırılmasını sağlamaktadır. Ayrıca, boy-boy ilişkileri de farklı uzunluk tipleri kullanılarak yapılan büyüme çalışmalarının karşılaştırılmasında kullanılan önemli bir parametredir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye denizlerindeki *Trachurus mediterraneus*'un boy-ağırlık ve boy-boy ilişkilerini belirlemektir. *T. mediterraneus* türü Karadeniz'den (N=65), Marmara Denizi'nden (N=64) ve Akdeniz'den (N=61) örneklenmiştir. Yakalanan tüm balıkların total boy (TL), çatal boy (FL) ve standart boyları (SL) ölçülmüştür (±0,1 cm) ve ağırlıkları (W) tartılmıştır (±0,01 g). Karadeniz, Marmara ve Akdeniz'den örneklenen bireylerin ortalama TL ve W değerleri sırasıyla 11.206±0.127 cm, 11.741±0.494 g; 14.573±0.154 cm, 25.541±0.831 g ve 12.587±0.190, 18.164±0.972 g olarak belirlenmiştir. Genel olarak, üç lokasyon için boy-ağırlık ilişkisi arasında güçlü bir ilişki olduğu saptanmıştır (r^2>0.890). Boy-ağırlık denklemleri Karadeniz, Marmara Denizi ve Akdeniz için $W=0.009TL^{2.947}$, $W=0.010TL^{2.932}$ ve $W=0.005TL^{3.200}$ olarak hesaplanmıştır. b değerleri 2.691 ile 3.386 arasında değişmektedir. Analizler, istavritin Karadeniz ve Marmara Denizi için izometrik büyümeye ve Akdeniz için pozitif allometrik büyümeye sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca, boy-boy ilişkileri, tüm uzunluk değerlerinin birbirleri arasında çok güçlü olduğunu ortaya koymaktadır (P<0.001). Boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri, balıkçılığın etkili yönetiminde oldukça önemlidir. Sonuç olarak, bu çalışmanın gerçekleştirilecek olan balıkçılık araştırmalarına önemli temel verileri sağlaması umulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Trachurus mediterraneus*, Boy-boy ilişkileri, Boy-ağırlık ilişkileri, Türkiye

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

LENGTH-WEIGHT AND LENGTH-LENGTH RELATIONSHIPS OF HORSE MACKEREL (*Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868)) SAMPLED FROM TÜRKİYE SEAS

ABSTRACT

Length-length relationships (LLR) and length-weight (LWR) are an important tool in fishery management. LWR related parameters provide predicting the weight of the fish from its length, a comparison of the morphology and life cycle of the populations from different habitats. Also, LLRs are an important parameter of the comparison of growth studies using different length types. The aim of this study is to specify the LLRs and LWRs of *Trachurus mediterraneus* from Turkish Seas. *T. mediterraneus* samples were collected from Black Sea (N=65), Marmara Sea (N=64) and Mediterranean Sea (N=61) All captured fish were measured (±0.1 cm) for total length (TL), fork length (FL), standart length (SL) and weighted (±0.01 g). The average total lengths and weights of the individuals sampled from Black Sea, Marmara Sea and Mediterranean Sea determined as 11.206±0.127 cm, 11.741±0.494 g; 14.573±0.154 cm, 25.541±0.831 g and 12.587±0.190, 18.164±0.972 g, respectively. Overall, there is a strong correlation between length and weight relationship for three localities (r^2 >0.902). Length-weight equations were calculated as $W=0.009TL^{2.947}$, $W=0.010TL^{2.932}$ and $W=0.005TL^{3.200}$ for Black Sea, Marmara Sea and Mediterranean Sea. The b values varies between 2.691 and 3.386. Analyses showed that horse mackerel has isometric growth for Black and Marmara Seas and possitive allometric growth for Mediterranean Sea. In addition length-length relationships reveal that all length values are very strong between each other (P<0.001). LWRs and LLRs are important in effective management of fisheries. As a result, it is hoped that this study will provide important baseline data to facilitate fisheries researches.

Keywords: *Trachurus mediterraneus*, Length-length relationship, Length-weight relationship, Türkiye

1. GİRİŞ

Length-weight relationships (LWRs) and length-length relationships (LLRs) are crucial in fisheries research, as they provide valuable information on various aspects of fish biology, such as growth rate, age structure, age at first maturity, stock discrimination, and population dynamics (Morey et al., 2003; Sinovčič et al., 2004; Vaslet et al., 2008; Borah et al., 2017; Ergüden et al., 2017; da Silva et al., 2017). LWRs allow for the prediction of fish weight based on its length and help in understanding the life cycle of populations from different habitats. Additionally, LWRs facilitate the conversion of growth-in-length equations into growth-in-weight models, which are essential for stock assessments, estimating the condition of fish, and comparing life histories of fish species across regions (Petrakis and Stergiou, 1995; Gonçalves et al., 1997). LLRs are valuable for studying taxonomic variations, including the effects of different environmental factors (Bhakat et al., 2019). Various fish length measurements are used in ichthyological studies (Karachle and Stergiou, 2012; Johnson and Friesen, 2013; Jiang

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

et al., 2022). For example, standard length (SL) is often employed in systematic studies, while total length (TL) and fork length (FL) are commonly used to estimate fish growth (Moutopoulos and Stergiou, 2002). As such, LLRs are essential for converting between different fish body length measurements. They also play a key role in comparing growth studies that use various length types for fisheries management (Moutopoulos and Stergiou, 2002). Furthermore, length-weight relationships can be used to calculate the relative condition factor, establish yield equations for estimating fish landings, and compare populations across space and time (Le Cren, 1951). Length-length associations are significant for comparing growth studies that utilize different length types (Moutopoulos & Stergiou, 2002; Yılmaz et al., 2010; Tsagarakis et al., 2015). In fisheries biology, both LWRs and LLRs serve as fundamental tools, enabling comparisons of species growth across different regions.

Horse mackerel, *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868) is distributed in the Northeast Atlantic, the Norwegian Sea, the northern and southern parts of West Africa, Adriatic, Mediterranean, Marmara, Black Sea and the Sea of Azov (Mater et al., 2002). *T. mediterraneus* is a highly important commercial fish that is under serious fishing pressures in Türkiye and belongs to the family Carangidae. Fisheries catches have been on a downward trend since the mid-1990s. Horse mackerel catches, which were 14,930 tons in 2022, constitute approximately 5% of the catches obtained from the sea (TUİK, 2023). The main reasons for this decline can be shown as increasing fishing pressure and ecological changes over the years (Şahin and Ceylan, 2023) *Trachurus* genus also includes 3 worldwide economically important species, *T. mediterraneus* (Mediterranean horse mackerel), *T. trachurus* (Atlantic horse mackerel) and *T. picturatus* (Blue jack mackerel) (Mater et al., 2002). In this study, it is aimed to to specify the LLRs and LWRs of *Trachurus mediterraneus* from Black Sea, Marmara Sea and Mediterranean Sea.

2. MATERIAL AND METHODS

Horse mackerel samples were obtained from commercial fishermen in Black Sea (N=65), Marmara Sea (N=64) and Mediterranean Sea (N=61). All captured fish were measured (±0.1 cm) for total length (TL), fork length (FL), standart length (SL) and weighted (±0.01 g). The sex of all specimens was recorded by macroscopic examination of the gonads.

Length–weight relations were calculated using the equation $W = aL^b$, where W is the total weight of the fish (g), L is the fork length (cm), a and b are the parameters of the equation (Bagenal and Tesch, 1978). The parameters a and b of LWR were estimated by linear regression on the transformed equation: log W = log a + b log TL. The t-test employed to test whether the slopes (b) were significantly different from 3, indicating the growth type: isometric (b=3), positive allometric (b>3) or negative allometric (b<3). The 95% confidence interval (CI) of the b value was calculated and the r^2 was determined (Zar, 1999). Analysis of covariance (ANCOVA) was used to test differences of the b values of length-weight relationship between sexes (Zar, 1999).

All length-length relationships of female, male and entire samples were computed using linear regression analysis (Zar, 1999). Relationships between TL & FL, FL & SL, and SL & TL were estimated separately according to all samples. All statistical analyses were tested by

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

at the 0.05 significance level. SPSS 20, Minitab 15.0 and the Excel software were utilized in the evaluation of data.

3. RESULTS

All captured fish (Black Sea (N=65), Marmara Sea (N=64) and Mediterranean Sea (N=61)) were analysed according to localities. According to results there were no statistically significant differences between sexes in term of length and weight (P>0.05). Therefore, gender discrimination (Black Sea, 37 female-28 male; Marmara Sea, 23 female-41 male; Mediterranean Sea, 32 female-29 male) was not taken into account in the analyses. The analyses were carried out on the entire population.

The average total lengths and weights of the individuals sampled from Black Sea, Marmara Sea and Mediterranean Sea determined as 11.206±0.127 cm, 11.741±0.494 g; 14.573±0.154 cm, 25.541±0.831 g and 12.587±0.190, 18.164±0.972 g, respectively. Descriptive statistics of the bluefish samples are displayed in Table 1.

Table 1. Descriptive statistics length and weight values of *T. mediterraneus* from three localities

Localities	Variable	N	Minimum	Maximum	Mean±SE		SD
Black Sea	TL	65	10.0	16.0	11.206	0.126	1.021
	FL		9.0	14.0	10.223	9.114	0.919
	SL		8.0	13.0	9.149	0.104	0.839
	W		7.69	33.98	11.741	0.494	3.989
Marmara Sea	TL	64	11.6	18.4	14.573	0.154	1.235
	FL		10.3	16.9	13.050	0.144	1.149
	SL		9.8	15.9	11.847	0.127	1.019
	W		12.28	50.3	25.541	0.831	6.645
Mediterranean Sea	TL	61	10.1	17.3	12.857	0.189	1.143
	FL		9.4	15.7	11.744	0.170	1.331
	SL		8.5	14.8	10.770	0.159	1.447
	W		8.36	60.91	18.164	0.972	7.594

LWRs were calculated for three localities. The LWRs were significantly important (P< 0.001, r^2 > 0.890, Table 2). The value of 'b' of LWR was found to be significantly different from 3.0 in horse mackerel and the growth type were possitive allometric for Mediterranean Sea but isometric for Black and Marmara Seas according to results of this study (Table 2).

Table 2. Length-weight relationships and growth type of *T. mediterraneus* from three localities

Localities	Length-weight relationship parameters			r^2	P value	Growth type
	a	b	95% CI			

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Black Sea	0.009	2.947	2.724-3.170	0.948	<0.001	Isometric
Marmara Sea	0.010	2.932	2.691-3.173	0.890	<0.001	Isometric
Mediterranean Sea	0.005	3.200	3.014-3.386	0.908	<0.001	Positive allometric

Overall, there is a strong correlation between length and weight relationship for three localities (r^2 >0.890). Length-weight equations were calculated as $W=0.009TL^{2.947}$, $W=0.010TL^{2.932}$ and $W=0.005TL^{3.200}$ for Black Sea, Marmara Sea and Mediterranean Sea.

The LLRs between total length (TL), fork length (FL), and standard length (SL) of horse mackerel were summarized in Table 3. In this study, it was determined that there were strong relationships between different length types in *T.mediterraneus* for three localities. It was observed that the regression coefficient values obtained from LLRs were high in all localities ($P<0.001$, $r^2> 0.780$).

Table 3. Length-length relationships between total length (TL), fork length (FL) and standard length (SL) of *T.mediterraneus* from Black Sea, Marmara Sea and Mediterranean Sea

Localities	**Equations**	**a**	**b**	**r^2**	**P**
Black Sea	TL =a + b FL	0.444	0.872	0.937	<0.001
	FL = a + b SL	0.300	0.866	0.899	<0.001
	SL =a + b TL	0.410	0.810	0.780	<0.001
Marmara Sea	TL= a + b FL	-0.198	0.909	0.955	<0.001
	FL = a + b SL	0.573	0.864	0.950	<0.001
	SL= a + b TL	0.016	0.812	0.969	<0.001
Mediterranean Sea	TL= a + b FL	0.326	0.886	0.976	<0.001
	FL= a + b SL	-0.098	0.926	0.981	<0.001
	SL= a + b TL	0.099	0.831	0.977	<0.001

4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The length-weight relationships (LWR) are important tools in fish biology, physiology, ecology, and fisheries assessment. LWR are useful in determining weight and biomass when only length measurements are available, as indications of condition and to allow for comparisons of species growth between different regions (Oscoz et al., 2005). In addition, the results obtained from length-length relationships are quite useful for comparing studies using

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

different length types (Moutopoulos & Stergiou, 2002). The length-weight and length length relationships of the pelagic fish populations were described by previous studies in Turkish seas (Genc et al., 1999; Kalayci et al., 2007; Başusta et al., 2012; Bilgin et al., 2012; Yıldız et al., 2018; Özpiçak et al., 2017; Bayhan and Uncumusaoğlu, 2022; Bal, 2023; Kara et al., 2024; Ayaz et al., 2024). The minimum and maximum total lengths and weights of the individuals sampled from Black Sea, Marmara Sea and Mediterranean Sea determined as 10.0-16.0 cm, 7.69-33.98 g; 11.6-18.4 cm, 12.28-50.3 g and 10.1-17.3 cm, 8.36-60.91 g, respectively. When the literature is examined, it is observed that the total length varies between 6.2 cm (Kızılkök et al., 2015) and 36.9 cm (Cengiz, 2021) and weights varied between 0.17 g (Çiçek et al., 2006) and 79.0 g (İşmen et al.,2007), respectively. It is thought these differences in the length and weight, may be result of sampling time and method, gender differences, and ecological characteristics of the studied areas (Nikolsky, 1963; Froese, 2006).

In addition, the exponent 'b' of *T. mediterraneus* often falls within the range of 1 to 4, with a typical value close to has a value close to 3 (Tesch, 1971). In the seas of Türkiye, the lowest 'b' value recorded was 1.603 (Düzgüneş and Karaçam, 1991), while the highest value recorded 3.200 (Şahin and Genç, 1997). Some factors such as genetic isolation and specific environmental conditions (e.g. temperature, eutrophication levels, food supply and diseases) are responsible for intraspecific differences in growth parameters (Stefanova et al., 2008). Therefore, “b” values of most of the studies could be different from each other between regions. According to this study horse mackerel has isometric (Black Sea, Marmara Sea) and positive allometric growth (Mediterranean Sea) and length-length relationships provides important baseline data to facilitate future fish monitoring and researches.

LLRs are also useful for conversion purposes when comparisons are made with literature values, information on growth patterns and consequently to estimate fish biomass (Ault et al., 2005; Aburto-Oropeza et al., 2021). There are different studies used total, fork and standard lengths. This differences causes confusion in some of the studies carried out. At that point, LLRs plays a key role in comparision of studies. In this study, LLRs were significantly important for all localities ($P<0.001$) and coefficient of determination (r^2) ranged from 0.790 to 0.981.

Being the one of most important pelagic species, anchovy, sprat and horse mackerel in the Black Sea consist of 70% of total marine fish’s production of Türkiye. Fisheries catches have been on a downward trend since the mid-1990s. Horse mackerel catches, which were 14,930 tons in 2022, constitute approximately 5% of the catches obtained from the sea (TUİK, 2023). The main reasons for this decline can be shown as increasing fishing pressure, invasive species, anthropogenic effects and ecological changes over the years. Therefore, the length-weight data of horse mackerel, which has such an important place in commercial fisheries of Türkiye, must be recorded regularly in order to plan the fisheries management correctly.

In conclusion, this study contributes to the knowledge of the LWR and LLRs in the one of the most important benthopelagic fish species, horse mackerel *Trachurus mediterraneus* caught from Black Sea, Marmara Sea and Mediterranean Sea.

REFERENCES

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[1] Morey, G., Moranta, J., Massuti, E., Grau, A., Linde, M., Riera, F., Morales-Nin, B., Weight-length relationships of littoral to lower slope fishes from the Western Mediterranean. Fisheries Research, 62, 89-96., 2003.

[2] Sinovcic, G., Franicevic, M., Zorica, B., Ciles-Kec, V., Length-weight and length-length relationships for 10 pelagic fish species from the Adriatic Sea (Crotia). Journal of Applied Ichthyology, 20, 156-158, 2004.

[3] Vaslet, A., Bouchon-Navaro, Y., Louis, M., Bouchon, C., Weight–length relationships for 20 fish species collected in the mangroves of Guadeloupe (Lesser Antilles). Journal of Applied Ichthyology, 24 (1), 99-100, 2008.

[4] Borah, S., Bhattacharjya, B. K., Saud, B. J., Yadav, A. K., Debnath, D., Yengkokpam, S., Das, P., Sharma, N., Singh, N. S., Sarma, K. K., Length–weight relationship of six indigenous fish species from Deepor beel, a Ramsar site in Assam, India. Journal of Applied Ichthyology, 33, 655-657, 2017.

[5] Ergüden, D., Ergüden, S. A., Özdemir, O., Gürlek, M., Length-Weight Relationship and Condition Factor of Spotted Flounder *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758) in Iskenderun Bay, North-eastern Mediterranean, Turkey. NESciences, 2 (1), 11-17, 2017.

[6] da Silva, V. E. L., Teixeira, E. C., Batista, V. S., Fabré, N. N., Length–weight relationships of two mugilid species from tropical estuarine systems in Alagoas, northeastern coast of Brazil. Journal of Applied Ichthyology, 33, 631-632, 2017.

[7] Petrakis, G., Stergiou, K. I., Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. Fisheries Research, 21(3-4), 465-469, 1995.

[8] Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Lino, P. G., Ribeiro, J., Canario, A.V.M. & Erzini, K., Weight–length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. Fisheries Research, 30, 253–256, 1997.

[9] Bhakat, S., Sinha, A. K., De, P., Length-weight, length-length relationships and condition factor of Gagata rhodobarbus Bhakat & Sinha. (Siluriformes, Sisoridae). International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 7(5), 365-369, 2019.

[10] Karachle, P. K., Stergiou, K. I., Morphometrics and allometry in fishes. In Christina Wahl (Ed.), Morphometrics (pp. 65-86). IntechOpen, 2012.

[11] Johnson, M. A., Friesen, T. A., Age at maturity, fork length, and sex ratio of upper Willamette River hatchery spring Chinook salmon. North American Journal of Fisheries Management, 33(2), 318-328, 2013.

[12] Jiang, C., Wang, W., Wang, M., Pauly, D., Length-weight relationships and other morphological traits of fishes in the mangrove of Hainan, China. Fishes, 7(5), 238, 2022

[13] Moutopoulos, D. K., Stergiou, K. I., Length-weight and length-length relationships of fish species from Aegean Sea (Greece). Journal of Applied Ichthyology, 18, 200-203, 2002.

[14] Le Cren, E. D., The length- weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and conditions in the perch (*Perca fluviatilis*). Freshwater Biology Association, 20, 201-219, 1951.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[15] Yılmaz S., Polat N., Yazıcıoğlu O., Length-weight and length-length relationships of (*Cyprinus carpio* L., 1758) in freshwaters of Samsun. The Black Sea Journal of Sciences, 1, 39-47, 2010.

[16] Tsagarakis, K., Başusta, A., Başusta, N., Biandolino, F., Bostanci, D., Buz, K., Djodjo, Z., Dulčić, J., Gökoğlu, M., Gücü, A. C., Machias, A., Maravelias, C. D., Özvarol, Y., Polat, N., Prato, E., Vasilakopoulos, P., Yedier, S., New Fisheries-related data from the Mediterranean Sea (October 2015). Mediterranean Marine Science, 16 (3), 703-713, 2015.

[17] Mater, S., Kaya, M., Bilecenoglu, M., Atlas of Turkish marine seas. Ege University Faculty of Fisheries Publication, 68 pp.169 (In Turkish), 20022.

[18] TUİK, Su Ürünleri Raporu, 2023.

[19] Şahin, C., Ceylan, Y. (2023). Doğu Karadeniz'de İstavrit (Trachurus mediterraneus Steindachner, 1868)) Balığının Yaş, Büyüme Parametreleri ve İlk Eşeysel Olgunluk Boyunun Belirlenmesi. Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences, 8(1), 69-79, 2023.

[20] Bagenal, T.B., Tesch, F.W., Age and Growth. In T. Bagenal (Ed), Methods for assessment of fish production in fresh waters, 3rd ed: IBP Handbook No.3, Blackwell Science Publications, Oxford, 1987.

[21] Zar, J.H., Biostatistical analysis. New Jersey, Prentice-Hall, 1999.

[22] Oscoz, J., Campos, F., Escala, M.C., Weight–length relationships of some fish species of the Iberian Peninsula. Journal of Applied Ichthyology, 21,73–74, 2005.

[23] Genç, Y., Zengin, M., Başar, S., Tabak, I., Ceylan, N., Çiftçi, Y., Üstündağ, C., Akbulut, B., Şahin, T., The Research Project of Economical Marine Products. TKB, Central Fisheries Research Institute Trabzon, 157 pp., 1999.

[24] Kalaycı, F., Samsun, N., Bilgin, S., Samsun, O., Length-weight relationship of 10 fish species caught by bottom trawl and midwater trawl from the Middle Black Sea, Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 7(1), 2007.

[25] Başusta, A., Başusta, N., Sulikowski, J. A., Driggers Iii, W. B., Demirhan, S. A., Cicek, E., Length–weight relationships for nine species of batoids from the Iskenderun Bay, Turkey. Journal of Applied Ichthyology, 28(5), 850-851, 2012.

[26] Bilgin, S., Bal, H., Taşçı, B., Length based growth estimates and reproduction biology of whiting, *Merlangius merlangus euxinus* (Nordman, 1840) in the Southeast Black Sea. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 12(4), 871-881, 2012

[27] Yildiz, T., Zengin, M., Uzer, U., Akpinar, I. O., Karakulak, F. S., Length-weight relationships for 24 fish species collected from the western Black Sea (Turkey). Cahiers de Biologie Marine, 59, 159-165, 2018.

[28] Özpiçak, M., Saygın, S., Polat, N., The length-weight and length-length relationships of bluefish, *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766) from Samsun, middle Black Sea region. Natural and Engineering Sciences, 2(3), 28-36, 2017

[29] Bayhan, B., Uncumusaoğlu, A. A., Length-Weight and Length-Length Relationships of the Main Commercial Fish Species in Izmir Bay (Aegean Sea Coast of Turkey)/2020-2021 Fishing Season. Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences, 7(3), 380-384, 2022.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[30] Bal, H., Length-Weight and Length-Length Relatıonshıp of Horse Mackerel, *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758), in the sea of Marmara. Dünya Multidisipliner Araştırmalar Dergisi, 6(2), 18-26, 2023.

[31] Kara, A., Bayhan, B., Taylan, B., Babaoğlu, A. Ö., Length-weight relationships and biometry analysis of saddled seabream, *Oblada melanurus* (Linnaeus, 1758) in İzmir Bay (Central Aegean Sea of Türkiye), 2024.

[32] Ayaz, A., İşmen, A., Öztekin, A., Yüksek, A., Selçuk, B. B., Daban, İ. B., ... & Şen, Y. The length-weight relationship and condition factors of coastal small-sized adult and juvenile fish species following dense mucilage in the Sea of Marmara, Türkiye. Turkish Journal of Zoology, 48(2), 104-112, 2024.

[33] Kızılgök, A. B., Seyhan, K., İlhan, S., Doğu Karadeniz"deki istavrit (Trachurus mediterraneus, Steindachner, 1868) balığının populasyon yapısı, büyüme ve üreme özelliklerinin incelenmesi. 18. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, İzmir, 2015.

[34] Cengiz, Ö., A new maximum size of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868) from Northern Aegean Sea (Turkey). Marine & Life Sciences, 3(2), 2021.

[35] Çiçek, E., Avşar, D., Yeldan, H., Özütok, M., Length-weight relationships for 31 teleost fishes caught by bottom trawl net in the Babadillimanı Bight (northeastern mediterranean. Journal of Applied Ichthyology, 22, 290-292, 2006.

[36] İşmen, A., Özen, O., Alınağaç, U., Özekinci, U., Ayaz, A., Weight-lenght relaonships of 63 fish species in Saros Bay, Journal of Applied Ichthyology, 23, 707-708, 2007.

[37] Nikolsky, G.V., The ecologyof fishes, Academic Press, New York, New York, USA, 1963.

[38] Froese, R., Cube law, condition factor and weightlength relationships: history, meta-analysis and recommendations. Journal of Applied Ichthyology, 22, 241-253, 2006.

[39] Tesch F.W., Age and growth. Pp. 97–130. In: Ricker W.E. (ed). Methods for assessment of fish production in fresh waters. 2nd edn. International Biological Programme and Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh, UK., 1971.

[40] Düzgüneş, E., Karacam, H, Karadeniz'deki istavrit balıklarında Populasyon, Parametreleri ve Büyüme Özelliklerinin İncelenmesi, Doğa Türk Zooloji,13(2): 77-83, 1989.

[41] Aburto-Oropeza, O., Burelo-Ramos, C. M., Ezcurra, E., Ezcurra, P., Henriquez, C. L., Vanderplank, S. E., Zapata, F., Relict inland mangrove ecosystem reveals Last Interglacial sea levels. Proceedings of the National Academy of Sciences, 118(41), 2021.

[42] Ault, J.S., Smith, S.G., Bohnsack, J.A., 2005b. Evaluation of average length as an estimator of exploitation status for the Florida coral reef fish community. ICES J. Mar. Sci. 62, 417–423.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

SEBZELERDE ÇÖKERTEN HASTALIKLARININ YÖNETİMİNDE BİYOLOJİK YAKLAŞIMLAR

Yüksek Lisans Öğrencisi Melek KAPCI

Selçuk Üniversitesi,

kapci_melek@hotmail.com 0009-0008-4802-7620

Prof. Dr. Nuh BOYRAZ

Selçuk Üniversitesi,

nboyraz@selcuk.edu.tr 0000-0001-6822-9360

ÖZET

Sebzelerde çökerten hastalıkları, fide döneminde kök ve kök boğazı çürüklüğüne yol açarak bitkilerde önemli kayıplara neden olan bir sorundur. Bu hastalıklar genellikle *Sclerotinia* spp., *Pythium* spp., *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., gibi patojenlerden kaynaklanır ve hem toprak kaynaklı hem de tohum kaynaklı olabilir. Toprak kaynaklı enfeksiyonlar, hastalığın en yaygın formudur ve genellikle topraktaki patojenlerin bitki köklerini enfekte etmesiyle oluşur. Tohum kaynaklı enfeksiyonlar ise hastalıklı tohumların ekimiyle ortaya çıkar ve hem bitkide hem de toprakta hastalığı yayabilir. Kimyasal mücadele yöntemleri, çevresel etkileri ve patojenlerin direnç geliştirme riski nedeniyle sınırlıdır. Bu nedenle biyolojik mücadele, çevre dostu ve sürdürülebilir bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Biyolojik yaklaşımlar, patojenleri baskılamak için doğal düşmanların ve faydalı mikroorganizmaların kullanılmasına dayanır. *Trichoderma* spp. gibi faydalı funguslar, patojenlerle rekabet ederek gelişimlerini engeller ve bitkilerin bağışıklığını güçlendirir. *Bacillus* spp. ve *Pseudomonas* spp. gibi faydalı bakteriler, antibiyotik bileşikler salgılayarak patojenleri baskılar ve tohumların hastalıktan korunmasında da etkili olabilir. Organik maddeyle zenginleştirilmiş kompost uygulamaları, toprak mikrobiyotasını güçlendirerek patojen baskısını azaltır. Mikoriza fungusları ise bitki kökleriyle simbiyotik ilişki kurarak su ve besin alımını artırırken hastalıklara karşı direnci artırır. Sonuç olarak, çökerten hastalıklarının yönetiminde biyolojik yaklaşımlar, hem toprak hem de tohum kaynaklı enfeksiyonların önlenmesi için çevre dostu, ekonomik ve etkili bir yöntem sunar. Anahtar kelimeler: Çökerten Hastalığı, Biyolojik Mücadele, Sebze

BİOLOGİCAL APPROACHES to MANAGİNG DAMPİNG-OFF DİSEASES in VEGETABLES

ABSTRACT

Damping-off diseases in vegetables cause significant losses by leading to root and collar rot during the seedling stage. These diseases are generally caused by pathogens such as *Sclerotinia* spp., *Pythium* spp., *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., and *Rhizoctonia* spp., and can be both soil-borne and seed-borne. Soil-borne infections are the most common form of the disease and

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

typically occur when pathogens in the soil infect plant roots. Seed-borne infections, on the other hand, arise from planting infected seeds and can spread the disease both in plants and the soil. Chemical control methods are limited due to their environmental impacts and the risk of pathogens developing resistance. Therefore, biological control has emerged as an environmentally friendly and sustainable alternative. Biological approaches rely on the use of natural enemies and beneficial microorganisms to suppress pathogens. Beneficial fungi like *Trichoderma* spp. compete with pathogens, inhibiting their growth and enhancing plant immunity. Beneficial bacteria such as *Bacillus* spp. and *Pseudomonas* spp. secrete antibiotic compounds that suppress pathogens and can also protect seeds from infections.Compost applications enriched with organic matter strengthen soil microbiota, reducing pathogen pressure. Mycorrhizal fungi establish symbiotic relationships with plant roots, improving water and nutrient uptake while enhancing resistance to diseases.
In conclusion, biological approaches to managing damping-off diseases provide an environmentally friendly, cost-effective, and efficient method to prevent both soil-borne and seed-borne infections.

1.GİRİŞ

Sebzeler, insan beslenmesinde hayati bir yer tutan ve dünya genelinde tarımsal üretimin önemli bir bölümünü oluşturan bitkilerdir. Ancak sebze üretimi, özellikle fide döneminde ortaya çıkan çökerten hastalıklarının yol açtığı kayıplarla ciddi şekilde tehdit altındadır. Bu hastalıklar, özellikle *Pythium* spp.**,** *Rhizoctonia* spp.**,** *Fusarium* spp.**,** ve *Sclerotinia* spp. gibi toprak ve tohum kaynaklı patojenlerden kaynaklanır. Fide çürüklüğü olarak da bilinen bu durum, genç bitkilerde kök ve kök boğazı bölgelerinde çürümelere neden olurken, tarımsal verimi düşürmekte ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Geleneksel olarak kullanılan kimyasal mücadele yöntemleri, hızlı ve etkili çözümler sunabilse de, uzun vadede çevresel kirlenmeye, toprak mikrobiyotasının bozulmasına ve patojenlerin direnç geliştirmesine neden olabilmektedir. Bu durum, çevre dostu, sürdürülebilir ve ekonomik mücadele yöntemlerinin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Biyolojik mücadele, bu noktada etkili ve yenilikçi bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Biyolojik mücadele yöntemleri, patojenleri baskılayan faydalı mikroorganizmaların ve çevresel olarak uyumlu uygulamaların kullanımını içerir. *Trichoderma* spp.**,** *Bacillus* spp.**,** ve *Pseudomonas* spp. gibi biyokontrol ajanları, patojenlerle doğal yollarla rekabet ederken bitkilerin bağışıklık sistemini güçlendirmektedir. Ayrıca organik maddeyle zenginleştirilmiş toprak yönetimi ve mikoriza fungusları gibi simbiyotik organizmalar, çökerten hastalıklarının kontrolünde etkinliği artırmaktadır.

Bu çalışmada, sebzelerde çökerten hastalıklarının biyolojik mücadele ile yönetiminde kullanılan yöntemler incelenerek, bu yaklaşımların çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından sunduğu avantajlar değerlendirilmektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

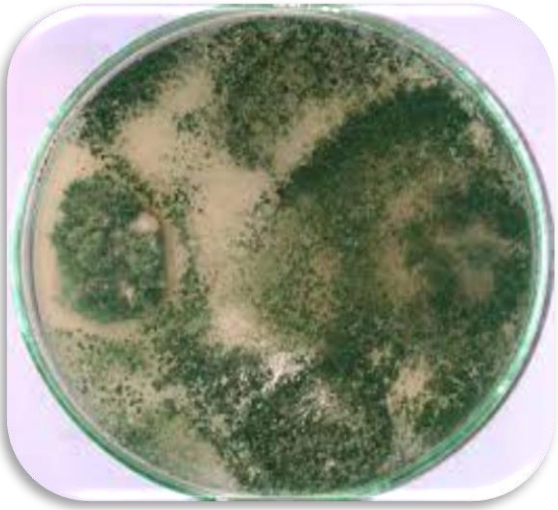
2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE UYGULAMALAR

Biyolojik mücadele stratejilerinin sebzelerde çökerten hastalıkları üzerinde etkili bir şekilde uygulanabilmesi için yapılan deneysel çalışmalar ve saha uygulamaları, bu yöntemlerin potansiyelini ve etkinliğini göstermektedir. Çökerten hastalıkları ile mücadelede biyolojik ajanların kullanımını araştıran pek çok çalışma, biyolojik mücadelenin verim artışı sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda çevreye olan olumsuz etkilerini de minimize ettiğini ortaya koymuştur.

2.1. *Trichoderma* Türlerinin Etkisi

Trichoderma türleri, patojenlere karşı rekabet etme, antibiyotik üretme ve bitkilerin sistemik direncini artırma gibi birden fazla mekanizma ile çökerten hastalıklarının kontrolünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle *Trichoderma harzianum* ve *Trichoderma viride* türlerinin, *Fusarium* ve *Rhizoctonia* gibi patojenlere karşı başarılı bir biyolojik kontrol sağladığı, birçok araştırma ile kanıtlanmıştır. Örneğin, *T. harzianum*'un, *Fusarium oxysporum* ve *Rhizoctonia solani* gibi patojenlerin gelişimini inhibe ettiği ve bitkilerin köklerinde daha sağlıklı bir gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir (Sivan et al., 1997). Ayrıca, *Trichoderma* türlerinin, toprakta bulunan zararlı mikroorganizmalarla rekabet ederek, patojenlerin besin kaynaklarını tüketmesini engellediği ve böylece hastalıkların yayılmasını azalttığı tespit edilmiştir (Howell, 2003). Bir başka çalışmada ise *T. harzianum*'un, toprakta ve bitki köklerinde yaşayan diğer mikroorganizmalarla etkileşerek, bitkilerin doğal bağışıklık tepkilerini uyararak hastalık direncini artırdığı gösterilmiştir (Harman et al., 2004). Bunun yanı sıra, *Trichoderma* türleri, kök bölgesindeki patojenleri biyolojik yollarla baskılayarak toprak sağlığını iyileştirir ve toprağın mikroflora dengesini destekler.

Kültür Ortamında *Trichoderma* Türüne Ait Koloni Görüntüsü



Görsel 1. *Trichoderma harzianum*

Çizelge 1: *Trichoderma* Türlerinin Çökerten Hastalıklarına Etkisi

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

***Trichoderma* Türü**	**Hedef Patojen**	**Etkili Olduğu Alan**	**Sonuçlar**
Trichoderma harzianum	*Fusarium oxysporum*	Bitki kökleri	Patojen gelişimini inhibe etti ve bitkilerin kök gelişimi sağlıklıydı (Sivan et al., 1997).
Trichoderma viride	*Rhizoctonia solani*	Toprak ve kök bölgesi	Hastalık baskılama sağlandı ve toprak sağlığı iyileştirildi (Howell, 2003).
Trichoderma harzianum	*Fusarium oxysporum*	Toprak mikrobiyotasındaki etkileşim	Bitkilerin doğal bağışıklık tepkilerini uyararak hastalık direncini artırdı (Harman et al., 2004).

2.2. Bacillus ve Pseudomonas Türlerinin Rolü

Bacillus ve *Pseudomonas* türleri, toprak kökenli patojenlere karşı etkili olan, antibiyotik üreten faydalı bakterilerdir. *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus thuringiensis* gibi türler, *Fusarium* ve *Pythium* gibi patojenleri inhibe etme yeteneklerine sahiptir ve bu özellikleri, biyolojik mücadelede potansiyelini artırmaktadır. Örneğin, *Bacillus subtilis* ve *Pseudomonas fluorescens* gibi bakteriler, antifungal bileşikler üretir ve patojenlerin büyümesini engeller (Wu et al., 2007). Ayrıca, bu bakteriler toprakta patojenlerin sporulasyonunu inhibe ederek, hastalığın yayılmasını engeller. Bir çalışmada, *Bacillus subtilis* uygulamasının, toprakta bulunan *Fusarium oxysporum*'a karşı yüksek oranda etki gösterdiği ve bu etkinin bitkilerde büyüme stimulasyonu yaratarak daha sağlam kök gelişimi sağladığı bildirilmiştir (Zhang et al., 2019). *Pseudomonas* türleri de benzer şekilde, antibiyotik üretme yetenekleriyle patojenleri kontrol ederken, bitkiler üzerinde hastalık baskısı yaratmadan büyümelerini teşvik etmiştir. *Pseudomonas fluorescens*'in uygulama sonrasında, hem *Fusarium* hem de *Pythium* kökenli çökerten hastalıklarında azalma gözlemlenmiştir (Yedidia et al., 2003).

Çizelge 2: *Bacillus* ve *Pseudomonas* Türlerinin Etkisi

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Bakteri Türü	Hedef Patojen	Etkili Olduğu Alan	Sonuçlar
Bacillus subtilis	*Fusarium oxysporum*	Toprak ve bitki kökleri	Patojenin sporulasyonunu inhibe ederek hastalık yayılmasını engelledi (Zhang et al., 2019).
Pseudomonas fluorescens	*Pythium spp.*	Toprak mikrobiyota ve kök bölgesi	Antibiyotik üretimi ile hastalık baskılama sağladı (Yedidia et al., 2003).

2.3. Mikoriza Fungusları ve Kompost Uygulamaları

Mikoriza fungusları, bitki kökleri ile simbiyotik bir ilişki kurarak, su ve besin alımını artırırken, toprak kökenli patojenlere karşı da direnç oluşturmaktadır. *Glomus* ve *Rhizophagus* gibi mikoriza fungusları, köklerde daha iyi su ve besin alımı sağlayarak bitkilerin stres altındayken bile sağlıklı kalmalarını destekler (Smith & Read, 2008). Bununla birlikte, mikoriza funguslarının, bitkilerin patojenlere karşı duyarlılığını azalttığı ve hastalıkların yayılmasını engellediği gösterilmiştir. Mikoriza funguslarının kullanımının, bitkilerde kök çürüklüğünü önemli ölçüde azalttığı, yapılan deneylerde elde edilen sonuçlarla doğrulanmıştır (Bárzana et al., 2015).

Kompost uygulamaları da biyolojik mücadelede önemli bir yere sahiptir. Toprağa organik madde eklenmesi, toprak mikrobiyotasını güçlendirir ve toprak patojenlerinin baskılanmasına yardımcı olur. Kompost, toprakta sağlıklı mikroorganizmaların çoğalmasını teşvik ederken, patojenlerin büyümesini engeller. Birçok araştırma, kompost uygulamalarının çökerten hastalıkları üzerinde olumlu etkiler sağladığını ve toprak sağlığını iyileştirdiğini ortaya koymuştur (Goulart et al., 2017).

Çizelge 3: Mikoriza Fungusları ve Kompost Uygulamalarının Etkisi

Uygulama Türü	Hedef Patojen	Etkili Olduğu Alan	Sonuçlar
Mikoriza Fungusu (*Glomus spp., Rhizophagus spp.*)	*Fusarium oxysporum*	Kök ve toprak bölgesi	Mikoriza fungusları, köklerde su ve besin alımını artırarak hastalık direncini sağladı (Smith & Read, 2008).
Kompost Uygulaması	*Rhizoctonia solani*	Toprak mikrobiyota	Kompost uygulaması, toprak sağlığını iyileştirip patojenlerin gelişimini engelledi (Goulart et al., 2017).
Mikoriza ve Kompost Kombinasyonu	*Fusarium spp.*	Toprak ve bitki kökleri	Kök çürüklüğünü önemli ölçüde azalttı ve toprak sağlığını destekledi (Bárzana et al., 2015).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yapılan deneysel çalışmalar ve uygulamalar, biyolojik mücadele yöntemlerinin çökerten hastalıklarının yönetiminde etkili ve sürdürülebilir çözümler sunduğunu göstermektedir. *Trichoderma*, *Bacillus*, *Pseudomonas* gibi mikroorganizmaların, toprakta yaşayan patojenleri baskılayarak ve bitkilerin bağışıklık sistemlerini güçlendirerek hastalıkların önlenmesinde önemli bir rol oynadıkları gözlemlenmiştir. Ayrıca, mikoriza fungusları ve kompost gibi organik uygulamalar, toprağın mikrobiyal dengesini iyileştirerek biyolojik mücadeleyi desteklemektedir. Biyolojik mücadele yöntemlerinin avantajları, çevre dostu olmaları, toprak sağlığını iyileştirmeleri ve sürdürülebilir tarımı teşvik etmeleri açısından büyük önem taşımaktadır. Bu yöntemler, kimyasal ilaçların olumsuz etkilerinden kaçınmak ve direnç geliştiren patojenlerle mücadele etmek için uzun vadeli çözümler sunmaktadır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Sebzelerdeki çökerten hastalıklarının biyolojik mücadele ile yönetimi, hem çevresel sürdürülebilirliği artırmak hem de tarımsal verimliliği iyileştirmek için önemli bir fırsat sunmaktadır. Biyolojik mücadele yöntemlerinin uygulanması, sadece hastalıkların baskılanmasını sağlamamakta, aynı zamanda toprak sağlığını güçlendirerek çiftçilere uzun vadede fayda sunmaktadır. Gelecekte, biyolojik mücadele yöntemlerinin daha geniş alanlarda ve daha sistematik bir şekilde kullanılması, geleneksel kimyasal mücadele yöntemlerinin yerini alarak, çevre dostu tarım uygulamalarını destekleyecektir. Bu, hem ekosistem sağlığını korumaya yönelik önemli bir adım olacak hem de çiftçilere ekonomik faydalar sağlayacaktır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

KAYNAKÇA

Bárzana, G., Barrera, R., & Bonilla, A. (2015). *Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on Fusarium wilt and growth of tomato plants under field conditions*. Journal of Plant Pathology, 97(4), 585-592.

Goulart, A. A., Oliveira, M. M., & Bovi, T. S. (2017). *Effect of compost and organic amendments on soilborne pathogens and tomato plant growth*. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 92(4), 465-472.

Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., & Lorito, M. (2004). *Trichoderma species—opportunistic, avirulent plant symbionts*. Nature Reviews Microbiology, 2(1), 43-56.

Howell, C. R. (2003). *Trichoderma: A biocontrol agent against soilborne pathogens*. Fungal Biology Reviews, 17(3-4), 103-110.

Sivan, A., Chet, I., & Katan, J. (1997). *Biological control of Fusarium oxysporum by Trichoderma harzianum*. Phytopathology, 87(6), 702-709.

Smith, S. E., & Read, D. J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press.

Wu, L. H., Wang, S. L., & Zhang, L. P. (2007). *Biological control of Fusarium wilt of watermelon by Bacillus subtilis*. Biological Control, 41(3), 312-318.

Yedidia, I., Benhamou, N., & Chet, I. (2003). *Pseudomonas fluorescens, a biological control agent for soilborne plant pathogens*. Applied Soil Ecology, 23(2), 145-152.

Zhang, L., Li, Y., & Yang, W. (2019). *Biological control of soil-borne diseases with Bacillus species in vegetable production*. Biological Control, 134, 74-84.

Belal, E. (2014). *Antagonism between Trichoderma harzianum and S. sclerotiorum*. ResearchGate.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

BİTKİ FUNGAL HASTALIKLARININ MÜCADELESİNDE ARBÜSKÜLER MİKORİZAL FUNGUSLARIN (AMF) ROLÜ

Araştırma Görevlisi FATMA IŞIK

Selçuk Üniversitesi,

fatma.isik@selcuk.edu.tr - 0000-0002-0261-2364

Prof. Dr. NUH BOYRAZ

Selçuk Üniversitesi,

nboyraz@selcuk.edu.tr - 0000-0001-6822-9360

ÖZET

Dünya genelindeki araştırmacılar, bitki fungal hastalık etmenlerinin fungisitlere karşı direnç geliştirdiğini ve bunun tarım ürünlerinde insan sağlığı için zararlı fungisit kalıntılarına yol açtığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, bu kimyasalların memeli organizmalar ve doğal ekosistem üzerinde olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Fungisitlerin bu tür olumsuz etkileri nedeniyle, son yıllarda alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar artış göstermiştir. Özellikle toprak kaynaklı fungal patojenlerle mücadelenin zorluğu ve maliyetinin yüksekliği, araştırmacıları alternatif çözümler aramaya yönlendirmiştir. Kimyasal mücadele yöntemlerine bir alternatif olarak öne çıkan biyolojik mücadele, bu alanda umut verici bir yaklaşım sunmaktadır. Özellikle Arbusküler Mikorizal Funguslar, toprak kaynaklı fungal hastalıkların biyolojik kontrolünde potansiyel simbiyotik organizmalar olarak dikkat çekmektedir.

Arbüsküler mikorizal funguslar (AMF), bitki kökleri ile simbiyotik bir ilişki kurarak bitkilerin besin alımını ve stres toleransını artıran önemli mikroorganizmalardır. Yapılan araştırmalar, bitki topluluklarının yaklaşık %90'ının kök sistemlerinin mikorizal funguslarla etkileşim halinde olduğunu göstermektedir. Bu funguslar, doğada bulunan birçok bitki fungal patojenine karşı çeşitli savunma mekanizmaları geliştirerek, ekonomik kayıpları azaltma potansiyeline sahiptir. Bu mekanizmalar arasında; konukçu bitkinin besin alınımının artırılması, konukçu bitkinin kök yapısındaki değişiklikler, konukçu bitkinin fotosentetik ürünleri için rekabet, kolonizasyon ve enfeksiyon bölgeleri için rekabet, mikorizosferdeki mikrobiyal değişiklikler ve bitki savunma mekanizmasının aktive edilmesi yer almaktadır. AMF'nin bitki sağlığı üzerindeki olumlu etkileri, hastalıklara karşı doğal bir savunma mekanizması oluşturmanın yanı sıra, kimyasal pestisit kullanımını azaltma potansiyeli taşımaktadır. Sonuç olarak, AMF'lerin bitki fungal hastalıklarıyla mücadeledeki önemi, tarımsal üretkenliği artırmak ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamak açısından kritik bir unsur olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arbüsküler Mikorizal Funguslar, Biyolojik Mücadele, Endomikoriza, Simbiyoz

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

THE ROLE OF ARBUSCULAR MYCORRHİZAL FUNGİ (AMF) İN THE CONTROL OF PLANT FUNGAL DİSEASES

ABSTRACT

Researchers worldwide have revealed that plant fungal pathogens have developed resistance to fungicides, leading to harmful fungicide residues in agricultural products that pose risks to human health. Additionally, it is known that these chemicals have adverse effects on mammalian organisms and natural ecosystems. Due to the negative impacts of fungicides, there has been an increase in efforts to develop alternative control methods in recent years. Particularly, the challenges and high costs associated with combating soil-borne fungal pathogens have driven researchers to seek alternative solutions. Biological control, which has emerged as an alternative to chemical control methods, presents a promising approach in this field. Notably, Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) stand out as potential symbiotic organisms in the biological control of soil-borne fungal diseases.

Arbuscular mycorrhizal fungi are important microorganisms that form a symbiotic relationship with plant roots, enhancing nutrient uptake and stress tolerance in plants. Research has shown that approximately 90% of plant communities interact with mycorrhizal fungi in their root systems. These fungi have the potential to reduce economic losses by developing various defense mechanisms against many plant fungal pathogens found in nature. Among these mechanisms are: increased nutrient uptake by the host plant, changes in the root structure of the host plant, competition for photosynthetic products of the host plant, competition for colonization and infection sites, microbial changes in the mycorrhizosphere, and activation of the plant defense mechanism. The positive effects of AMF on plant health not only contribute to the establishment of a natural defense mechanism against diseases but also hold the potential to reduce chemical pesticide usage. In conclusion, the importance of AMF in combating plant fungal diseases emerges as a critical factor for enhancing agricultural productivity and ensuring environmental sustainability.

Keywords: Arbuscular Mycorrhizal Fungi, Biological Control, Endomycorrhiza, Symbiosis

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1-GİRİŞ

Güncel nüfus yoğunluğu, dünya genelinde farklı ülkelerde ve bölgelerde değişkenlik göstermektedir. 2023 yılı itibarıyla, dünya nüfusu yaklaşık 8 milyar civarındadır ve bu nüfusun büyük bir kısmı, özellikle şehirlerde yoğunlaşmıştır. Günümüzde hızlı nüfus artışının sonucu olarak, kaynakların dağılımı, tarım verimliliği ve gıda güvenliği gibi konular üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Özellikle yüksek nüfus yoğunluğuna sahip bölgelerde açlık riski artmakta; yetersiz gıda üretimi, iklim değişikliği ve ekonomik faktörler bu sorunu daha da derinleştirmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre, dünya genelinde 828 milyon insan açlık çekmektedir ve bu sayı, nüfus artışıyla birlikte daha da yükselebilmektedir. Gıda güvenliğini sağlamanın en etkili yolu, tarım arazilerinden daha fazla verim elde etmek ve bu alandaki çabaları hızlandırmaktır. (FAO, 2023).

Her yıl, ürünlerin önemli bir kısmı çeşitli etkenler nedeniyle kaybolmaktadır. Bu kaybın %12'si zararlılardan kaynaklanırken, hastalıklar %12,1 ve yabancı otlar %9,7 oranında ürün kaybına neden olmaktadır. Ayrıca, hasat sonrası süreçte de %6 ila %12 arasında ek kayıplar meydana gelmektedir. Tüm bu kayıplar bir araya geldiğinde, toplamda %45 seviyelerine ulaşan bir kayıp oranı ortaya çıkmaktadır (Agrios, 2005). Hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı farklı zirai mücadele yöntemleri arasında, tarım ilaçları ile yapılan mücadelenin payının %95 civarında olduğu ve tarım ilacı kullanılmadığında %60'lara varan ürün kayıpları olduğu belirtilmektedir (Tiryaki ve ark., 2010). Türkiye'de 2022 yılında 55.374 ton bitki koruma ürünü kullanılmış olup, bunun %22.04'sini insektisitler, %26.28'sini herbisitler, %35.11'ini fungisitler, %4.44'sini akarisitler, %0.53 ve %11.57'ini diğerleri oluşturmaktadır (Anonim, 2023). Özellikle ürün kaybına neden olan fungal organizmaları kontrol etmek amacıyla tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de fungisit kullanımı kaçınılmazdır. Tarım ilaçlarının insan sağlığı ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri, bilinçsiz ve aşırı kullanımları nedeniyle giderek daha fazla gündeme gelmektedir. Bu durum, zararlı türlerin kontrolü yanında yararlı türlerin de zarar görmesi gibi sorunları beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda, alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar artış göstermiştir. Özellikle organik tarım ve sürdürülebilir tarım gibi kavramlar, bu tür uygulamaların yaygınlaşmasına zemin hazırlamıştır (Tilak ve ark., 2005). Bu alternatif tarım uygulamalarının temel amacı, ekosistem içerisindeki bozulan doğal dengeyi yeniden sağlamak ve insana ile çevreye dost bir üretim mekanizması oluşturmaktır (Kabul, 2018).

Biyolojik mücadele, kimyasal tarım uygulamalarına alternatif olarak doğal dengeyi korumayı ve tarımsal üretimde sağlıklı yöntemler sunmayı amaçlayan bir yaklaşımdır. Bu yöntem, çeşitli canlıların kullanımıyla gerçekleştirilir ve bu canlılar arasında omurgalılar, böcekler, akarlar, funguslar, virüsler, bakteriler, nematodlar, protozoalar ve riketsialar gibi organizmalar bulunur (Öncüer, 1993). Biyolojik mücadele, ekosistem dengesine katkıda bulunmasının yanı sıra, tarımsal üretimde daha sürdürülebilir bir yol sunarak, gelecekte tarım uygulamalarında önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, biyolojik kontrol ajanları arasında öne çıkan Arbüsküler Mikorhizal Funguslar (AMF), rizosferde bitki gelişimi ve sağlığı

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

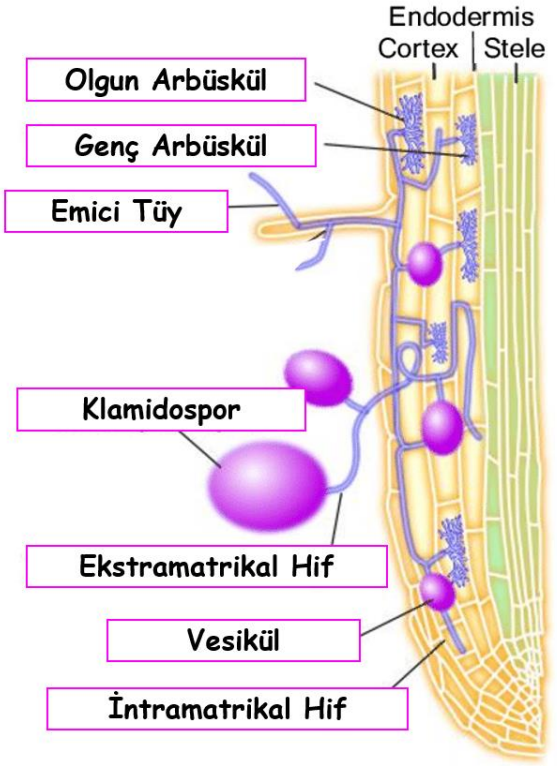
açısından kritik bir öneme sahiptir. Doğadaki en yaygın simbiyotik organizmalardan biri olan AMF, mikroorganizmalar ile bitkiler arasındaki simbiyotik ilişkileri güçlendirir. Bu mikorizal yaşam, neredeyse tüm karasal bitkilerde bulunmaktadır ve bitki topluluklarının yaklaşık %90'ının kök sistemleri, bu faydalı funguslarla enfekte olmuştur (Ortaş ve Varma, 2007; Smith ve Read, 2008). AMF'ler, doğada bulunan birçok patojene karşı etkili mekanizmalar geliştirerek hastalıkların etkisini azaltmakta ve şiddetini düşürebilmektedir. Özellikle toprak kökenli fungal patojenlerle mücadele, zorluğu ve maliyeti nedeniyle araştırmacıları alternatif yöntemler arayışına yönlendirmiştir. Günümüzde sürdürülebilir tarım uygulamalarında, toprak kaynaklı fungal patojenlerin kontrolünde yaygın olarak kullanılan sentetik pestisitlere alternatif olarak farklı stratejiler geliştirilmektedir.

2-Arbüsküler Mikorizal Funguslar (AMF)

Topraktaki mikroorganizmalarla bitkiler arasındaki simbiyotik ilişkiler, ekosistemlerin sağlığı ve bitki gelişimi için oldukça önemlidir. Bu ilişkilerden biri olan mikoriza, bitki kökleri ile toprak mantarları arasında kurulan karmaşık bir ortak yaşam biçimidir. Mikoriza terimi, ilk olarak A.B. Frank tarafından 1885 yılında tanımlanmış olup, kök mantarı anlamına gelir ve kök ile mantar arasındaki etkileşimi ifade eder. "Myco" kelimesi mantar, "rhiza" ise kök anlamına gelmektedir (Marschner, 1995; Boer ve ark., 2005) Mikorizalar, taksonomik açıdan önemli farklılıklar gösterir. Spor yapıları, bitkilerdeki enfeksiyon yöntemleri ve kök içindeki morfolojik ile fizyolojik yapıları, çeşitli mikorizaların sınıflandırılmasına olanak tanır. Bu bağlamda dört ana mikoriza türü tanımlanmaktadır: endomikoriza (arbusküler mikoriza (AM)), ektomikoriza (EM), orkide mikoriza ve erikoid mikorizalar. Araştırmalara göre, bitki türlerinin büyük bir kısmı arbusküler mikoriza ile ilişkilidir; bu oran %74 olarak belirlenmiştir. Ektomikoriza, orkide mikorizaları ve erikoid mikorizalar ise sırasıyla %2, %9 ve %1 gibi daha düşük oranlarda görülmektedir. %6'sında mikorizal oluşumu görülmemektedir (Sieverding, 1991; Bagyaraj, 1991; Smith ve Read, 2008; Brundrett, 2009; van der Heijden ve ark., 2015). Özellikle orman ağaçları ve bazı meyve ağaçlarında ektomikoriza türü bir simbiozis gözlemlenirken, hemen hemen tüm kültür bitkileri ve diğer meyve ağaçları için endomikoriza tipinin yaygın olduğu görülmektedir. Erikoid ve orkide mikorizalar ise spesifik konukçularla sınırlı kalmış ve adlarını bu konukçulardan almışlardır. Orkide mikorizalar, *Orchidaceae* familyasına ait bitkilerde, erikoid mikorizalar ise *Ericaceae* familyasında ortaya çıkmaktadır.

Bu simbiyotik ilişkiler, bitkilerin su ve besin maddelerini daha etkili bir şekilde almasına yardımcı olurken, funguslar da bitkilerden organik maddelerle beslenir. Dolayısıyla, mikoriza ilişkileri hem bitki hem de mantar için karşılıklı yarar sağlayan önemli bir ekosistem bileşenidir (Marschner,1995; Smith ve Read, 2008).Mikorizal yaşam formlarının önemli örneklerinden biri olan AMF'ler, kök korteksinde emici hif benzeri yapılar (haustorium analoğu) oluşturan, dallanma yeteneğine sahip arbüsküller ile karakterize edilir. Bunun yanı sıra, fungusun yağ ve besin deposu işlevi gören vesiküller ve toprağı etkili bir şekilde saran miselyumlar da bu yapının önemli bileşenleridir (Görsel 1) (Bonfante-Fasolo, 1984; Brown ve King, 1991). AMF'ler, özellikle besin maddelerinin yoğunluğunun kritik seviyelerde olduğu topraklarda bitki gelişimini desteklemektedir. Bu destek, mikorizal köklerin topraktan fosfor gibi makro ve mikro besin maddelerini daha verimli bir şekilde alabilmesi ile ilişkilidir. Fungus ise bu süreçte bitkiden organik maddeler ve karbonhidratlar elde eder. Bu ortak yaşam biçiminde, her iki taraf belirli koşullar altında birbirlerinden faydalanma imkânı bulmaktadır (Demir, 1998).

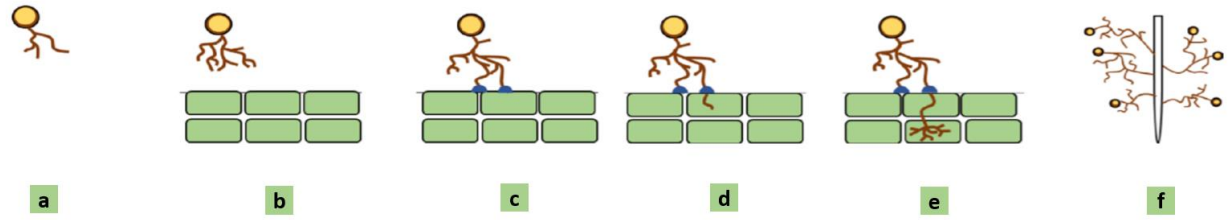
ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 1. AMF'lerin bitki köklerinin içindeki ve dışındaki karakteristik yapıları (Monk ve ark.,2015)

AMF'ler konukçu bitkilerin köklerinde simbiyotik bir yaşam sürdüren ve bu bitkiler olmadan kültürel olarak çoğaltılamayan obligat biyotrof organizmalardır. Bu türlerin sporları genellikle toprakta bulunur ve tüm sporlar konukçu bitki olmaksızın çimlenme yeteneğine sahiptir. Sporlar, farklı çevresel koşullar altında çimlenebilse de konukçu bitki olmadan yoğun misel üretimi gerçekleştiremezler ve yaşam döngülerini tamamlayamazlar. Dolayısıyla, simbiyotik işlevlerini yerine getirebilmesi için konukçu bitkinin varlığı zorunludur (Kapulnik ve Douds, 2000a). Bitkiye doğrudan nüfuz ederek başlangıçta patojenik bir fungus gibi davranabilirler (Dehne, 1982). Hiflerinin konukçu dokuya girişi, kök epidermisinde appressorium oluşturarak başlar ve buradan interselüler veya intraselüler olarak kök korteksine yayılır. Nüfuz süreci, genç köklerde meristematik bölgenin arkasındaki epidermal hücrelerde gerçekleşir; bazı konukçu türlerinin kök bölgelerinde ise tüylerde de nüfuz etme gözlemlenebilir. İntra veya interselüler olarak gelişen hiflerin boyutları oldukça değişken olup, şekilleri genellikle düzensizdir (Gerdemann, 1968; Bonfante-Fasolo, 1984; Linderman, 1988; Smith ve ark., 1992). Bitki hücresine nüfuz etme sürecinin hemen ardından, fungus hifleri, kortikal hücreler içinde arbusküller meydana getirir. Bu arbusküller, emici hif benzeri yapılar olarak hifin uç kısımlarında bulunur. Kısa ömürlü olan arbusküller, yaklaşık 10-12 gün boyunca işlev görür. Tam olgunlaşmadan önce, konukçu hücrenin etkisiyle uç kısımlarından itibaren büzülmeye başlar ve nihayetinde bitki tarafından adeta sindirilir. Arbusküllerin, fungus ve bitki metabolitleri arasındaki değiş tokuşun gerçekleşmesinde özellikle önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir (Gerdemann, 1968; Schönbeck, 1980; Dehne, 1982; Bonfante-Fasolo, 1984; Smith ve ark., 1992; Marschner, 1995) (Görsel 2).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 2. AMF'lerin hayat döngüsü a) sporun çimlenmesi ve asimbiyotik gelişimi, b) konukçu bitkinin enfekte olması ve pre-simbiyotik gelişme, c) appressorium oluşturarak kök epidermisine nüfuz etmesi d) birinci kök korteks tabakasında kolonizasyon oluşumu, e) Kortikal hücrelerin içerisinde arbüskül oluşumu ve kök korteks hücresinin içerisinde intraselüler olarak hiflerin yayılması f) Ekstraradikal miseller ve bir sonraki generasyon için yeni sporların oluşması (Huey ve ark., 2020)

3- AMF'lerin Fungal patojenleri Baskılama Mekanizmaları

Hemen hemen tüm ekosistemlerde bulunan ve tarımsal açıdan önemli türleri içeren bir fungus grubu olan AMF'ler, *Aphanomyces, Cylindrocladium, Fusarium, Macrophomina, Phytophthora, Pythium, Rhizoctonia, Sclerotinia, Verticillium* ve *Thielaviopsis* gibi toprak kaynaklı fungal patojenlerin biyolojik kontrolünde önemli bir rol oynamaktadır (Harrier ve Watson, 2004). AMF'ler ile etkileşime giren bitkiler, bu toprak kaynaklı fungal patojenlere karşı daha dayanıklı hale gelmektedir. Bu durum, mücadele edilmesi güç olan patojenlerle başa çıkmada büyük bir avantaj sağlamaktadır (Ortaş, 2003; Song, 2005; Gosling ve ark., 2006). AMF'ler ve bitki patojeni funguslar, bitki köklerinde etkileşimde bulunan iki önemli organizma grubudur. Bu etkileşimler, genellikle bitkilerin kök sistemlerinde ortaya çıkar ve bu durum, konakçı bitkinin beslenme bağımlılıkları üzerinde belirgin etkiler oluşturur. AMF'lerin, bitki fungal hastalıklarının gelişimi üzerindeki etkileri üzerine yapılan araştırmalar, farklı sonuçlar ortaya koymuştur. Bazı çalışmalar, AMF'lerin bitki patojenik funguslarının etkilerini engelleyebileceğini gösterirken, bazıları bu etkileşimin hastalık gelişimini artırabileceğini veya hiç etkileyemeyeceğini belirtmektedir (Smith ve Read, 2008). Bu alandaki çalışmaların büyük bir kısmı, mikorizal fungusların özellikle toprak kaynaklı patojenlere karşı biyolojik mücadelede potansiyel bir araç olarak kullanılabileceğini öne sürmektedir. Ancak, etkili bir simbiyotik-patojen ilişkisi geliştirmek için bu karmaşık etkileşimlerin mekanizmalarının derinlemesine anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, AMF'lerin bitki sağlığı ve hastalık direnci üzerindeki rolünü daha iyi kavrayabilmek için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Bu tür çalışmalar, tarımsal uygulamalarda daha sürdürülebilir ve etkili stratejilerin geliştirilmesine katkıda bulunabilir. AMF'ler, tek başına veya bitkinin doğrudan etkisi altındaki bölgelerde yaşayan diğer ilişkili mikroorganizmalarla sinerji içinde hareket ederek ve çeşitli mekanizmalar geliştirerek konukçu bitkileri farklı abiyotik ve biyotik streslerden korumaktadır. Fungal patojenlerin kontrolünde AMF birlikteliğinin etki mekanizmaları ana hatları ile şu gruplara ayrılabilir.

3.1. Konukçu Bitkinin Besin Alınımının Artırılması

AMF'ler eksternal hifleri ile topraktan almış oldukları fosforu bitkiye ileterek onun büyümesini sağlarken kendiside de konukçu bitkinin fotosentez ürünlerinden olan karbonu alır ve gelişimini sağlar. AMF'ler toprak matrisi içindeki besinleri toplu olarak ekstra radikal hif ağı tarafından alırlar. Besinler daha sonra hifal ağ aracılığıyla bitki köküne taşınır ve

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

karşılığında konaklarından fotosentetik karbon alınır (Clark ve Zeto, 2000; Gianinazzi ve ark., 2010). AMF'ler başta P olmak üzere Cu, Zn, NH4+, S, Ca, K, Fe, Mg, Mn, Cl, Br ve N gibi mineral besin maddelerinin ve suyun bitkiye alınımını artırabildiği bilinmektedir (Moser ve Haselwandter 1975; Linderman 1988; Ergül 1998; Parniske, 2008; Baum ve ark., 2015). Simbiyosis yoluyla besin alınımı arttırarak daha kuvvetli bitki oluşumu sağlayarak, bitkinin patojen saldırılarına karşı daha dayanıklı veya toleranslı hale geleceği belirtilmiştir (Linderman 1994; Azcón-Aguilar ve Barea 1996).

3.2. Konukçu Bitkinin Kök Yapısındaki Değişiklikler

Artan besin durumu ile, AMF'ler konukçu bitkilerin köklerinde morfolojik değişiklikler oluşturarak kök yüzey alanını artırır (Hooker ve ark., 1994; Aguin ve ark., 2004). Bu kök morfolojisindeki değişiklikler, bitkilerin diğer organizmalara yanıtlarını, rizosfer etkileşimlerini ve özellikle patojen enfeksiyonlarının gelişimini etkilemektedir (Yao ve ark., 2009). AMF ile kolonize olan bitkiler, mikorizal olmayanlara göre daha fazla yan kök barındıran geniş bir kök sistemi geliştirir. Sonuç olarak, bu kök sistemleri genellikle daha kısa, daha fazla dallanma gösteren, daha büyük çaplı ve daha az kök uzunluğuna sahip saçak kökler içerir (Schellenbaum ve ark., 1991; Berta ve ark., 1993). Kolonizasyon sonucunda, kazık kök sistemine sahip bitki köklerinde biyokütle artışı ve besin alımı saçak kök sistemine sahip bitkilere göre daha fazla olmaktadır (Yang ve ark., 2014). AMF'lerin bitki kök sistemlerini kolonileştirmesi, konukçu bitkilerde morfolojik değişikliklere yol açmaktadır. Bu değişikliklerden biri, hücre duvarlarında lignifikasyonun artışıdır. Lignifikasyondaki bu artış, köklerin diğer patojenlerin penetrasyonuna karşı korunmasına yardımcı olurken, aynı zamanda konukçu bitki içindeki fenolik metabolizmanın yükselmesine de bağlıdır (Morandi, 1996). Mikorizal enfeksiyon, kök dokularında özellikle toprak kaynaklı fungal patojenlerin etkisini sınırlayan kökün yıldız bölgesinde lignifikasyonu artırarak etkili olur. Bu tür mikorizal bitkiler, besin akışını artıran ve mekanik destek sağlayan daha güçlü bir vasküler sistem geliştirir; böylece vasküler patojenlerin zararlı etkilerini azaltır (Hussey ve Roncadori, 1982).

3.3. Konukçu Bitkinin Fotosentez Ürünleri İçin Rekabet

Hem mikorizal fungus hem de patojenler, büyümeleri için konukçu fotosentatlarına bağlıdır. Rizosferdeki mikrobiyal aktivite için kritik öneme sahip olan ana madde, bitki köklerinin saldığı organik karbon (C) bileşikleridir (Azaizeh ve ark., 1995). Mikorizal mantarlar ve kök patojenleri, bu köklerden gelen karbon kaynakları için ciddi bir rekabet içerisindedir (Linderman, 1994; Smith, 1987). AMF'ler, konukçu bitkilere bağımlı bir şekilde karbon elde ederler ve konukçunun fotosentez ürünlerinin %4-20'sininin bu funguslara aktardığı bilinmektedir (Smith ve Read, 2008). AMF'lerin fotosentatlara erken erişimi sağlandığında, artan karbon talebi, kök patojenlerinin büyümesini inhibe etmektedir (Azcon-Aguilar ve Barea, 1996). Bu durum, bitki sağlığı ve rizosfer ekosisteminin dengesinde önemli bir rol oynamaktadır.

3.4. Kolonizasyon / Enfeksiyon Bölgesi İçin Rekabet

AMF'ler ve toprak patojenleri, bitki kök hücrelerini kolonize etme yetenekleriyle dikkat çeker. Her iki organizma da benzer konukçu dokularını hedeflese de, genellikle köklerin farklı kortikal hücreleri içinde gelişerek enfeksiyon bölgesi için birbirleriyle rekabet ederler (Dehne, 1982; Smith, 1988; Azcon-Aguilar ve Barea, 1996). AMF'ler tarafından kolonize edilen bir bitkinin korteksi, kök patojenlerinin kökün dış tabakasına nüfuz etmesine olanak tanısa bile,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

kortikal hücreleri kolonize etmelerini zorlaştırır. Patojenlerin bitki kök sistemine girişi genellikle enzimatik etkileşimleri içerir; bu süreçte, çeşitli hidrolitik enzimler konakçı kök epidermal hücre duvarlarını parçalayarak patojenlerin hücre içine girmesine imkan tanır. Ancak, AMF ile kolonize olmuş bir bitkide, patojenlerin salgıladığı enzimlerin konukçu kökler üzerinde doğrudan etkili olamayabileceği düşünülmektedir. Çünkü AMF miselyumu, bitki köklerini bu zararlı enzimlerin olumsuz etkilerinden koruyarak, köklerin bütünlüğünü ve sağlığını koruma potansiyeline sahiptir. Bu durum, AMF'lerin bitkilerle olan simbiyotik ilişkisinin bir avantajını ortaya koymaktadır.

3.5. Mikorizosferdeki Mikrobiyal Değişiklikler

AMF'ler bitki köklerinin etrafında gelişen ve "mikorizosfer" olarak adlandırılan özel bir toprak bölgesi oluşturur (Priyadharsini ve ark., 2016). Bu mikorizosfer, AMF'ler ve diğer mikroorganizmaların birlikte yaşamaları için uygun bir ortam sağlar. AMF'ler tarafından kolonize edilen kökler, mikorizal olmayan köklerden farklı bir mikrobiyal topluluk yapısına sahiptir (Marschner ve ark., 2003). Bu farklılık, kök solunum hızındaki artış ve kök eksudatlarının kalitesindeki ve miktarındaki değişikliklerle ilişkilidir. Bitki kökleri, amino asitler, organik asitler, flavonoidler, glukosinolatlar, indol bileşikleri, yağ asitleri, polisakkaritler ve proteinler gibi çeşitli metabolitleri salgılayarak, rizosferdeki mikroorganizmalarla etkileşimde bulunur. Bu metabolitler, sinyal molekülleri olarak işlev görür ve alıcı organizmalar tarafından tanındığında iletişim ve etkileşim süreçlerini başlatır. Kök salgılarının bileşimi, topraktaki mikrobiyal çeşitliliği ve topluluk yapısını doğrudan etkiler. Özellikle, kök eksüdalarında bulunan bazı bileşikler, bitki sağlığına katkıda bulunan faydalı mikroorganizmaların büyümesini desteklerken, diğerleri patojenlerin gelişimini engelleyerek toprakta sağlıklı bir mikroiklim oluşturur (Dela-Peña ve Loyola-Vargas, 2014). Değişen kök eksüdasyonu, rizosferdeki mikrobiyal çeşitliliği etkileyebilir ve bu durum bitki-patojen etkileşimlerini değiştirebilir (Bais ve ark., 2006; Lioussanne, 2010). AMF'ler tarafından tetiklenen mikrobiyal popülasyonlardaki değişiklikler, kök patojenlerine karşı antagonistik özellikler gösteren mikrobiyota çeşitliliğini artırabilir. Mikorizal bitkilerin köklerinden salınan bileşiklerin, Pseudomonas fluorescens gibi bitki gelişimini teşvik eden bakterileri çektiği ve *Trichoderma* spp. gibi yararlı toprak mikroorganizmalarının varlığını etkilediği gözlemlenmiştir (Filion ve ark., 1999; Druzhinina ve ark., 2011). AMF izolatları ile bitkilerin aşılanması, belirli bakteri popülasyonlarını destekleyerek bitkilerin fungal patojenlere karşı dirençlerini artırmakta ve patojen yoğunluğunu azaltmaktadır.

3.6. Bitki Savunma Mekanizmasının Aktivasyonu

Bitkiler, yaşam döngüleri boyunca çeşitli çevresel sinyallere yanıt olarak bir dizi savunma mekanizması geliştirir. Bu tepkiler, patojen saldırıları gibi stres faktörlerine karşı korunma amacı taşır. AMF'ler ile kolonize olan konukçu bitkiler, birçok biyolojik bileşiğin üretimini teşvik eder. Bu bileşikler arasında fitoaleksinler, fenilpropanoid yoluyla sentezlenen enzimler, patogenezle ilişkili (PR) proteinler, kitinazlar, β-1,3-glukanazlar, peroksidazlar, kaloz, hidroksiprolin bakımından zengin glikoproteinler (HRGP) ve fenolik bileşikler bulunur (Gianinazzi-Pearson ve ark., 1992). Genel olarak, bitki köklerinde patojenlerin varlığı veya yokluğu durumunda, mikorizal bitkilerde fitoaleksinlerin indüklenmesi, patojenlerin olumsuz etkilerini nötralize etme işlevi görür (Roy ve ark. 2018). Araştırmalar, patojenler tarafından tetiklenen fitoaleksin seviyelerinin, simbiyotik organizmalar tarafından üretilenlerden belirgin

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

bir şekilde daha yüksek olduğunu göstermektedir (Wyss ve ark, 1991). Ayrıca, fenilpropanoid ile ilişkili enzimlerin AMF kolonizasyonu sırasında arttığı da bilinmektedir. Bu süreç, bitkilerin patojenlere karşı daha güçlü bir savunma geliştirmesine yardımcı olur.

Çizelge 1. AMF'lerin bitkilerdeki fungal hastalıklara etkisi ile ilgili yapılan bazı çalışmalar

AMF	Patojen Fungus	Etki	Kaynak
Glomus intraradices	*Fusarium oxysporum f. sp. radicis-lycopersici*	Domateste Fusarium kök çürüklüğünü önemli ölçüde azaltmıştır	Caron ve ark. 1985
G. mosseae	*F. oxysporum*	Domates ve biberde Fusarium solgunluğu önemli ölçüde azalmıştır	Al-Momany ve Al-Raddad 1988
G. etunicatum *Glomus sp.*	*Pythium ultimum*	AMF'nin patojen ile önceden veya eş zamanlı aşılanması hıyarda hastalık şiddetini azaltmıştır	Rosendahl ve Rosendahl 1990
G. fasciculatum	*Macrophomina phaseolina*	AMF'nin önceden aşılanması börülcede hastalığı azaltmıştır	Devi ve Goswami 1992
Glomus sp., *G. fasciculatum,*	*Verticillium albo-atrum* *F. oxysporum f. sp. medicaginis*	AMF ile aşılanan fidelerde yoncada solgunluk görülme sıklığı daha düşük bulunmuştur	Hwang ve ark. 1992
G. fasciculatum	*F. oxysporum*	AMF'nin önceden aşılanması, baklagillerde patojenler tarafından kolonizasyonu ve hastalığın şiddetini azaltmıştır	Sundaresan ve ark. 1993
G. intraradices	*Pythium ultimum*	*Tagetes patula*'da *P. ultimum* popülasyonları azalmıştır	St-Arnaud ve ark. 1994
G. mosseae	*Verticillium dahliae*	AMF aşılanması pamukta hastalık şiddetini azaltmıştır	Liu 1995
Glomus sp.	*Sclerotium cepivorum*	AMF soğanda beyaz çürüklüğü azaltmıştır ve hastalık gelişimini geciktirmiştir	Torres-Barragan ve ark. 1996
G. mosseae	*Phytophthora nicotianae var. parasitica*	Hastalıklı kök oranı %63 ile %89 arasında azalmıştır	Trotta ve ark. 1996
G. intraradices	*Aphanomyces euteiches*	Bezelyede hastalık şiddetinin azalmıştır	Kjoller ve Rosendahl 1997
G. mosseae	*Fusarium udum*	Bezelyede hastalık şiddetinin azalmıştır	Siddiqui ve ark. 1998
G. etunicatum	*F. oxysporum f. sp. lycopersici*	Domateste hastalık şiddetinin azalmıştır	Özgönen ve ark.. 1999
G. mosseae	*F. solani* *R. solani*	Yer fıstığında hastalık şiddeti önemli ölçüde azalmıştır	Elsayed Abdallah ve Abdel-Fattah 2000
G. etunicatum	*R. solani*	Muzda hastalık şiddeti önemli ölçüde azalmıştır	Yao et al. 2002
G. mosseae	*Fusarium chlamydosporium*	Hastalığın şiddeti azalmıştır ve en iyi sonuç *T. viridae* ile kullanıldığında elde edildi	Boby ve Bagyaraj 2003
G. intraradices	*F. oxysporum f. sp. lycopersici*	Domateste hastalık şiddeti azalmıştır	Akkopru ve Demir 2005
G. intraradices	*M. phaseolina*	AMF'nin *A. niger* ve *Bacillus* (B22) ile aşılanması nohutta kök çürüklüğünü azaltmıştır	Akhtar ve Siddiqui 2006
G. mosseae, *G. etunicatum,* *G. fasciculatum* *Gigaspora margarita*	*Phytophthora capsici*	Biberde bitki büyümesini önemli ölçüde artırarak hastalık şiddetini azaltmıştır	Ozgonen ve Erkilic 2007

G. mosseae	*Sclerotinia sclerotiorum*	Fasulyede hastalık şiddeti %10,3'e kadar azalmıştır	Aysan ve Demir 2009
G. etunicatum, G. mosseae, G. clarum, G. caledonium, G. fasciculatum, Gigaspora margarita	*Sclerotium rolfsii*	Tüm AMF'lerin aşılanması, saksı koşullarında hastalığın şiddetini azaltırken (%37,8–64,7), tarla koşullarında ise %30,6 ile %47,2 arasında değişiklik göstermiştir	Ozgonen ve ark. 2010
G. intraradices	*Pythium deliense*	Hıyarda 1-4 skalasına göre hastalık şiddeti 1 olarak tespit edilmiştir	Küçükyumuk ve ark., 2014
G. intraradices Gigaspora margarita	*Fusarium oxysporum f.sp. melonis'in 1 nolu ırkına*	Kavunlarda hastalık şiddeti %1-%5 oranında değişmektedir	Torun ve Türkmen, 2018
Glomus mosseae ERS Endo Roots Soluble ticari preperat	*Fusarium oxysporum f.sp. cepae*	Soğanda hastalık şiddeti % 68.88-% 70.55 oranında azalmıştır	Yağmur, 2019
Rhizophagus intraradices ve kekik uçucu yağı	*Fusarium oxysporum f. sp. radicis-lycopersici*	Domateste hastalık şiddetini azaltmıştır	Atakan ve Özkaya, 2021

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bitki fungal hastalıklarıyla mücadelede kimyasal mücadelenin çevre ve insan sağlığına olan olumsuz etkileri nedeniyle, alternatif bir mücadele yöntemi olan biyolojik mücadelenin önemi her geçen gün artmaktadır. AMF'ler bitki fungal hastalıklarına karşı önemli biyokontrol ajanları arasında yer almaktadır. Bu funguslar, bitki kök sistemi gelişimi ve rizosfer kolonizasyonu için oldukça önemlidirler ve bu özellikleri sayesinde fungal patojenlerine karşı üstün rakipler haline gelmişlerdir. Üretim sırasında kullanılması planlanan AMF'ların, bitki türlerine özelleşebildikleri unutulmadan tür seçimlerinin doğru ve ürün rotasyonunun da buna göre yapılması gerekmektedir AMF kullanılan üretim alanlarında özellikle fungal hastalıklara karşı uygulanan fungisitlerin AMF'lere olan yan etkileri nedeniyle fungisit uygulamalarında daha spesifik preparatların tercih edilmesi tavsiye edilmektedir. Özellikle, Ülkemizde var olan mikorizal fungus türlerinin belirlenmesine yönelik çalışmalara hız verilmesinin ve bulunan yerli türlerin üretim sırasında ticari olarak kullanımını sağlayacak çalışmaların yapılmasının Ülkemiz tarımsal üretimine katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Doğada yaygın olduğu bilinen bu ortak yaşamdan kültür bitkilerinin yetiştirilmesinde olağan bir yöntem gibi faydalanma olanağının araştırılması ülkemiz için de yeni bir alandır. Bu yönde yapılacak araştırmaların, özellikle tarıma açılacak araziler üzerinde hangi tip kültür bitkisi yetiştirileceği ve fakir toprakların nasıl değerlendirilmesi konusunda önemli katkılarının olacağı muhakkaktır. Bu bağlamda, AMF'nin farklı bitki türleri üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalar artırılmalıdır. Bu sayede, hangi AMF türlerinin hangi bitki hastalıklarına karşı daha etkili olduğu belirlenebilir. Çiftçilere AMF kullanımı hakkında eğitimler düzenlenmeli ve bu konuda farkındalık artırılmalıdır. Üreticilerin AMF kullanma konusundaki bilgi düzeyinin artırılması, uygulama başarı oranını yükseltecektir. Organik tarım, bitki rotasyonu ve toprak sağlığını koruma gibi sürdürülebilir tarım pratiklerinin teşvik edilmesi, AMF'lerin etkisini artıracaktır. Tarım arazilerine AMF inokulantlarının eklenmesi, toprak mikrobiyal çeşitliliğini artırarak bitki sağlığını ve verimliliğini destekleyecektir. Sonuç olarak, Arbüsküler Mikorizal Funguslar,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

bitki fungal hastalıklarının kontrolünde önemli bir strateji sunmakta ve tarım sektöründe sürdürülebilirlik açısından yeni bir perspektif ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, kimyasal fungisitlere olan bağımlılığı azaltmak ve ekosistem sağlığını korumak amacıyla AMF'lerin potansiyelinden yararlanarak sağlıklı ve verimli tarım uygulamalarının teşvik edilmesi gerekmektedir.

5.KAYNAKLAR

Agrios, G. N., 2005, Plant Pathology. Academic Press.

Aguin, O., Mansilla, J.P., Vilarino, A. and Sainz, M.J., 2004, Effects of Mycorrhizal İnoculation on Root Morphology and Nursery Production of Three Grapevine Rootstocks, *Am J Enol Vitic*, 55:108–111

Akhtar MS, Siddiqui ZA (2006) Effects of phosphate solubilizing microorganisms on the growth and root-rot disease complex of chickpea. Mikol Fitopatol 40:246–254

Akkopru A, Demir S (2005) Biocontrol of Fusarium wilt in tomato caused by Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici by AMF Glomus intraradices and some rhizobacteria. J Phytopathol 153: 544–550

Al-Momany A, Al-Raddad A (1988) Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae on Fusarium wilt of tomato and pepper. Alexandria J Agri Res 33:249–261

Anonim, (2023b). Bitki Koruma Ürünleri İstatistiki Bilgiler Formu. https://www. tarimorman.gov.tr/ Konu/1241/BKU-Istatistiki-Bilgiler-Formu. (Alınma Tarihi: 30.11.2023).

Atakan, A. ve Özkaya, Ö.H., 2021, Induced Resistance to *Fusarium* Wilt in Carnation with Mixture of Mycorrhizal Fungi, *Fresenius Environmental Bulletin*, Vol. 30, No. 04, 4217- 4227

Aysan E, Demir S (2009) Using arbuscular mycorrhizal fungi and Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli against Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de bary in the common bean (Phaseolus vulgaris L.). Plant Pathol J 8:74–78

Azaizeh, A., Marschner, H., Romheld, V. and Wittenmayer, L., 1995. Effect of a Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungus and Other Soil Microorganisms on Growth, Mineral Nutrient Acquisition and Root Exudation of Soil-Grown Maize Plants, *Mycorrhiza*, 5: 321-327.

Azcon-Aguilar, C. and Barea, J.M., 1996, Arbuscular Mycorrhizas and Biological Control of Soil Borne Plant Pathogens-An Overview of the Mechanisms Involved, *Mycorrhiza*, 6:457–464

Bagyaraj, D.J.,1991, Ecology of Vesicular Arbuscular Mycorrhizae, Soil and Plants. Vol. 1.

Bais, H. P., Weir, T. L., Perry, L. G., Gilroy, S., and Vivanco, J. M., 2006, The Role of Root Exudates in Rhizosphere Interactions with Plants and Other Organisms, *Plant Biol*, 57, 233–266.

Baum, C., El-Tohamy, W., and Gruda, N., 2015, Increasing the Productivity and Product Quality of Vegetable Crops Using Arbuscular Mycorrhizal Fungi: A Review. *Sci. Hortic. (Amsterdam*). 187, 131–141.

Berta, G., Fusconi, A. and Trotta, A., 1993, VA Mycorrhizal Infection and the Morphology and Function of Root Systems. *Environ Exp Bot*. 33:159–173

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Boby VU, Bagyaraj DJ (2003) Biological control of root-rot of Coleus forskohlii Briq. using microbial inoculatnts. World J Microbiol Biotechnol 19:175–180

Boer, W.D., Folman, L.B., Summerbell, R.C., Boddy, L. 2005. Living in a Fungal World: İmpact of Fungi on Soil Bacterial Niche Development. FEMS Microbiology Reviews, 29(4): 795-811.

Bonfante- Fasolo, P. 1984. Anatomy and Morphology of VA Mycorrhizae, in: VA Mycorrhiza. Ed., CRC Press. Boca Rafon, Florida. pp: 5 - 33

Brown, M.F., King, E.J. 1991. Morphology and Histology of Vesicular - Arbuscular Mycorrhizae. A. Anatomy and Cytology. In: Methods and Principles of Mycorrhizal Research. p: 15 21.

Brundrett, M. C., 2009, Mycorrhizal Associations and Other Means of Nutrition of Vascular Plants: Understanding the Global Diversity of Host Plants by Resolving Conflicting Information and Developing Reliable Means of Diagnosis, *Plant Soil*, 320:37–77

Caron M, Fortin JA, Richard C (1985) Influence of substrate on the interaction of Glomus intrara dices and Fusarium oxysporum f. sp. radicis-lycopersici on tomatoes. Plant Soil 87:233–239

Clark, R.B. and Zeto, S.K., 2000, Mineral Acquisition by Arbuscular Mycorrhizal Plants. *J Plant Nutr*, 23:867–902.

Dehne, H.W., 1982. Interactions Between Vesicular - Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Plant Pathogens. *Phytopathology*, (72): 1115 - 1119.

De-la-Peña, C., Loyola-Vargas, V.M., 2014, Biotic Interactions in the Rhizosphere: a Diverse Cooperative Enterprise for Plant Productivity. *Plant Physiol* 166:701–719

Demir, S., 1998. Bazı Kültür Bitkilerinde Vesiküler-Arbusküler Mikorhiza (VAM) Oluşumu ve Bunun Bitki Gelişimi ve Dayanıklılıktaki Rolü Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 114s.

Devi TP, Goswami BK (1992) Effect of VA-mycorrhiza on the disease incidence due to Macrophomina phaseolina and Meloidogyne incognita on cowpea. Ann Agric Res 13:253–256

Druzhinina, I. S., Seidl-Seiboth, V., Herrera-Estrella, A., Horwitz, B. A., Kenerley, C. M., Monte, E., Mukherje, P.K., Zeilinger, S., Grigoriev, I.V. and Kubicek, C.P., 2011, *Trichoderma*: the Genomics of Opportunistic Success. *Nat. Rev. Microbiol*., 9, 749–759.

Elsayed Abdalla M, Abdel-Fattah GM (2000) Influence of endomycorrhizal fungus Glomus mosseae on the development of peanut pod rot disease in Egypt. Mycorrhiza 10:29–35

Ergül, B., 1998, Tarım Topraklarındaki Doğal Mikoriza Potansiyelinin Bitki Gelişimi ve Besin Elementi Alımı Üzerine Olan Etkilerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Filion, M., St-Arnaud, M., and Fortin, J. A., 1999, Direct Interaction Between the Arbuscular Mycorrhizal Fungus *Glomus intraradices* and Different Rhizosphere Microorganisms. *New Phytol*., 141, 525–533.

Gerdemann, J.W., 1968, Vesicular - Arbuscular Mycorhiza and Plant Growth, *Annu. Rev. Phytopathol.*, 6: 397 - 418.

Gianinazzi, S. and Gianinazzi-Pearson, V., 1992, Cytology Histochemistry and Immunocytochemistry as Tools for Studying Structure and Function in Endomycorrhiza,

Techniques for the Study of Mycorrhiza. (Methods in Microbiology, vol 24) Academic Press, London, pp 109– 139

Gianinazzi, S., Gollotte, A., Binet, M.-N., van Tuinen, D., Redecker, D., and Wipf, D., 2010, Agroecology: the Key Role of Arbuscular Mycorrhizas in Ecosystem Services, *Mycorrhiza*, 20, 519–30.

Gosling, P., Hodge, A., Goodlass, G. and Bending, G.D., 2006, Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Organic Farming, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 113: 17–35.

Harrier, L.A. and Watson, C.A, 2004, The Potential Role of Arbuscular Mycorrhizal (AM) Fungi in the Bioprotection of Plants Against Soil-borne Pathogens in Organic and/or Other Sustainable Farming Systems, *Pest Management Science*, 60 (2):149-157.

Hooker, J.E., Jaizme-Vega, M. and Atkinson, D., 1994, Biocontrol of Plant Pathogens Using Arbuscular Mycorrhizal Fungi, Birkhäuser, Basel, pp 191–200

Huey, C.J., Gopinath, S.C. B., Uda, M. N. A., Zulhaimi, H.I., Jaafar, M.N., Kasim, H.F., Yaakub, A.R.W., 2020, Mycorrhiza: A Natural Resource Assists Plant Growth Under Varied Soil Conditions, 3 Biotech, 10:204

Hussey, R.S., and Roncadori, R.W., 1982, Vesicular–Arbuscular Mycorrhizae May Limit Nematode Activity and Improve Plant Growth, *Plant Dis*., 66:9–14.

Hwang SF, Chang KF, Chakravarty P (1992) Effect of vesicular-arbuscular fungi on the develop ment of Verticillium and Fusarium wilt of alfalfa. Plant Dis 76:239–243

Kabul, D., 2018, Domates (*Solanum lycopersicum* L.) Bitkisinde Mikorizanın Pestisit Direncinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,

Kapulnik, Y. and Douds, D. D., 2000a, Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.p: 47-68.

Kapulnik, Y. and Douds, D. D., 2000b, Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.p: 85-106.

Kjoller R, Rosendahl S (1997) The presence of arbuscular mycorrhizal fungus Glomus intraradices influences enzymatic activities of the root pathogen Aphanomyces euteiches in pea roots. Mycorrhiza 6:487–491

Küçükyumuk, Z., Özgönen, H., Erdal I., Eraslan, F., 2014, Effect of Zinc and *Glomus intraradices* on Control of *Pythium deliense*, Plant Growth Parameters and Nutrient Concentrations of Cucumber, Not Bot Horti Agrobo, 42(1):138- 142.

Linderman RG., 1994, Role of VAM Fungi in Biocontrol,BMycorrhizae and Plant Health, APS, St. Paul Minnesota, pp 1–26

Linderman, R.G. 1988. Mycorrhizal Interactions with the Rhizosphere Microflora: The Mycorrhizosphere Effect, *Phytopathology*, Vol: 78, No: 3 p: 366 - 370.

Lioussanne, L., 2010, Review. The Role of the Arbuscular Mycorrhiza-Associated Rhizobacteria in the Biocontrol of Soilborne Phytopathogens, *Spanish J. Agric. Res.*, 8, 3–5.

Liu RJ (1995) Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on Verticillium wilt of cotton. Mycorrhiza 5:293–297

Marschner, H. 1995, Mycorrhizas, Mineral Nutrition of Higher Plants (Second Edition), Academic Press. p: 566 - 595.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Marschner, P. and Baumann, K., 2003, Changes in Bacterial Community Structure Induced by Mycorrhizal Colonisation in Split-Root Maize, *Plant Soil*, 251, 279–289.

Morandi, D., 1996, Occurrence of Phytoalexins and Phenolic Compounds in Endomycorrhizal Interactions and Their Potential Role in Biological Control, *Plant Soil*, 185:241–251.

Moser, M. and Haselwandter, K., 1975, Ecophysiology of Mycorrhizal Symbioses, *Encyclopedia of Plant Physiology*, 12: 391-421.

Ortaş, İ. 2003, Effect of Selected Mycorrhizal Inoculation on Phosphorus Sustainability in Sterile and Nonsterile Soils in Harran Plain in South Anatolia, *Journal of Plant Nutrition*, 26 (1): 1-17, 2003.

Ortaş, İ. ve Varma, A. 2007, Field Trials of Bioinoculants. Chapter 26. In: Modern Tools and Techniques Springer Verlag, Germany 11: 397-413.

Ozgonen H, Akgul DS, Erkilic A (2010) The effects of arbuscular mycorrhizal fungi on yield and stem rot caused by Sclerotium rolfsii Sacc. in peanut. Afr J Agric Res 5:128–132

Ozgonen H, Bicici M, Erkilic A (1999) The effect of salicylic acid and endomycorrhizal fungus G. intraradices on plant development of tomato and fusarium wilt caused by Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici. Turk J Agric For 25:25–29

Ozgonen H, Erkilic A (2007) Growth enhancement and Phytophthora blight (Phytophthora capsici L.) control by arbuscular mycorrhizal fungal inoculation in pepper. Crop Protec 26:1682–1688

Öncüer, C., 1993, Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 326s.

Parniske, M., 2008, Arbuscular Mycorrhiza: the Mother of Plant Root Endosymbioses, *Nat. Rev. Microbiol*., 6, 763–775.

Priyadharsini, P., Rojamala, K., Ravi, R.K., Muthuraja, R., Nagaraj, K. and Muthukumar, T., 2016, Mycorrhizosphere: The Extended Rhizosphere and its Signifcance, Plant-Microbe Interaction: an Approach to Sustainable Agriculture. Springer, Singapore, pp 97–124

Rosendahl CN, Rosendahl S (1990) The role of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in control ling damping-off and growth reduction in cucumber caused by Pythium ultimum. Symbiosis 9:363–366

Roy, S., Kumari, P., Kumar, U., Yadav, M., Prasad, R., Sinha, D. and Kumar, P., 2018, Vesicular Arbuscular Mycorrhiza as Potential Biocontrol Agent for Nutrition and Management of Soil-borne Diseases: A review, *International Journal of Chemical Studies*, 6(1): 2179-2188

Schellenbaum, L., Berta, G., Ravolanirina, F., TisseranT, B., Gianinazzi, S. and Fitter, A.H., 1991, Infuence of Endomycorrhizal Infection on Root Morphology in Micropropagated Woody Plant Species (*Vitis vinifera* L.), *Ann Bot.*, 68:135–141

Siddiqui ZA, Mahmood I, Hayat S (1998) Biocontrol of Heterodera cajani and Fusarium udum on pigeonpea using Glomus mosseae, Paecilomyces lilacinus and Pseudomonas fluorescens. Thai J Agri Sci 31:310–321

Sieverding, E., 1991, Vesicular-Arbusculer Mycorrhiza Management in Tropical Agro Systems. Technical Cooperation- Federal Republic of Germany, 22 (2),229 – 240.

Smith, G.S. 1987, Interactions of Nematodes with Mycorrhizal Fungi. In: "Vistas on Nematology" (eds. Veech, J.A. and Dickon, D.W.), Soc. Nematol., Hyattsville, Md., pp. 292-300.

Smith, S. and Read, D.J., 2008, Mycorrhizal Symbiosis 2nd ed.,Academic Press, London.

Smith, S.E., Robson, A.D. and Abott, L.K., 1992, The Involvement of Mycorrhizas in Assement of Genetically Dependent Efficiency of Nutrient Uptake and Use, *Plant and Soil*, 146: 169 - 172.

Song, H., 2005, Effects of VAM on Host Plant in the Condition of Drought Stress and its Mechanism, *Electronic Journal of Biology*, 1 (3): 44-48, 2005.

St-Arnaud M, Hamel C, Caron M, Fortin JA (1994) Inhibition of Pythium ultimum in roots and growth substrate of mycorrhizal Tagetes patula colonized with Glomus intraradices. Can J Plant Pathol 16:187–194

Sundaresan P, Ubalthoose RN, Gunasekaran P (1993) Induction and accumulation of phytoalexins in cowpea roots infected with a mycorrhizal fungus Glomus fasciculatum and their resistance to Fusarium wilt disease. J Biosci 18:291–301

Tilak, K.V.B.R., Ranganayaki, N., Pal K.K., De, R., Saxena, A.K., Nautiyal, C.S. and Johri, B. N., 2005, Diversity of Plant Growth and Soil Health Supporting Bacteria, *Current Science*, 89(1): 136-150.

Tiryaki, O., Canhilal, R., Horuz, S., 2010, Tarım İlaçları Kullanımı ve Riskleri, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(2): 154-169.

Torres-Barragan A, Zavaleta-Mejia E, Gonzalez-Chavez C, Ferrera-Cerrato R (1996) The use of arbuscular mycorrhizae to control onion white rot (Sclerotium cepivoru Berk.) under field conditions. Mycorrhiza 6:253–257

Torun, A. ve Türkmen, Ö., 2018, Bazı Kavun Genotiplerinde Arbuscular Mikorhizal Fungus (AMF) Uygulamalarının *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'e Dayanıklılık Düzeylerine Etkileri, Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech., 8(2): 17-22

Trotta A, Varese GC, Gnavi E, Fusconi A, Sampo S, Berta G (1996) Interactions between the soilborne root pathogen Phytophthora nicotianae var. parasitica and the arbuscular mycor rhizal fungus Glomus mosseae in tomato plants. Plant Soil 185:199–209

Van der Heijden, M.G., Martin, F.M., Selosse, M.A. and Sanders, I.R., 2015, Mycorrhizal Ecology and Evolution: The Past, The Present and The Future, *New Phytologist*, 205 (4), 1406-1423.

Wyss, P., Boller, T. and Wiemken, A., 1991, Phytoalexin Response is Elicited by a Pathogen (*Rhizoctonia solani*) but not by a Mycorrhizal Fungus (*Glomus mosseae*) in Soybean Roots, *Experientia*, 47:395–399

Yağmur, A., 2019, Soğanda Dip Çürüklüğü Hastalığı'na (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* (W.C Snyder & H.N Hansen) Karşı Arbüsküler Mikorhizal Fungus(AMF) ve *Trichoderma harzianum* Rifai'un Etkilerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 92 Sayfa

Yang, H., Zhang, Q., Dai, Y., Liu, Q., Tang, J., and Bian, X., 2014, Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Plant Growth Depend on Root System: A Meta-Analysis, *Plant Soil*, vol. 389, pp. 361–374

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Yao M, Tweddell R, Desilets H (2002) Effect of two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of micropropagated potato plantlets and on the extent of disease caused by Rhizoctonia solani. Mycorrhiza 12:235–242

Yao, Q., Wanga, L.R., Zhu, H.H. and Chen, J.Z., 2009 Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungal Inoculation on Root System Architecture of *Trifoliate orange* (*Poncirus trifoliata* L. Raf.) Seedlings, *Sci Hortic*, 121:458–461

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

LENGTH-WEIGHT AND LENGTH-LENGTH RELATIONSHIPS OF *Alburnus sellal* Heckel, 1843 IN DİNAR STREAM (TUNCELİ)

Doç. Dr. Ebru İfakat ÖZCAN

Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Tunceli, Türkiye.

ebruozer@munzur.edu.tr, 05317409095

ORCID NO: 0000-0003-2017-6647

Doç. Dr. Osman SERDAR

Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Tunceli, Türkiye.

oserdar@munzur.edu.tr, 05056959334

ORCID NO: 0000-0003-1744-8883

ABSTRACT

In this study; some features were investigated such as length-weight and length-length relationships of *Alburnus sellal* Heckel, 1843 were obtained between 2021-2022 from Dinar Stream. *A. sellal* samples were 110 female and 102 were male; female/male ratio was found 1/1.08. Total length and weight ranged between 10.0-19.5 cm and 5.3-43.1 g for female; 10.0-18.3 cm and 6.0-39.0 g for male. The length-weight relationship of *A. sellal* was found as $W = 0.0063L^{2.956}$, $R^2 = 0.83$ (*95 % CI of b*=2.949-3.374) in females, $W = 0.0052L^{3.045}$, $R^2 = 0.86$ (*95 % CI of b*=2.957-3.369) in males and $W= 0.0057L^{3.002}$, $R^2 = 0.84$ (*95 % CI of b*=2.949-3.374) in all individuals. It was determined that the b value of the relationship was not different from 3 for females, males and all individuals (t-test, P>0.05). The growth of *A. sellal* was determined isometric (b=3) in the Dinar Stream. The relationships between total length-fork length, total length-standard length and fork length-standard length of *A. sellal* individuals were quite strong (P<0.001; R^2>0.94). Female and male individuals were evaluated together and found as FL = 0.9026TL + 0.2634 (R^2 =0.94), SL = 0.8846TL - 0.4935 (R^2 =0.94) and SL = 0.9697FL - 0.6090 (R^2 = 0.98).

Key words: Length-weight relationship, length-length relationship, *Alburnus sellal*, Dinar Stream

1. INTRODUCTION

In *Alburnus sellal*, the body is elongated and slightly flattened from the sides and the length is around 10-12 cm. The anal fin starts completely behind the dorsal fin and there is a slight carina between the ventral and anal fins. The free margins of the dorsal and anal fins are straight. The mouth is directed upwards. The general coloration is gray-white with a thick black band extending from the head to the tail in the upper part of the lateral line. There is not enough

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

information about the bio-ecological characteristics. However, it is known that this species, like the others, prefers the slow flowing middle parts of the streams with clean and shiny surfaces. Its distribution area is Eastern and Southeastern Anatolia, especially the Tigris and Euphrates Rivers (Geldiay and Balık, 2007; Yakut, 2019).

Length-weight and length-length relationship parameters are very important for fish biology. The length-weight relationship parameters a and b allow estimation of weight from fish length, comparison of life span and morphology of populations in different environments and calculation of their fitness (Petrakis and Stergiou, 1995; Özcan et al., 2017). Length-weight relationship studies are a widely applied approach in fisheries management as they provide information on stock status (Bagenal and Tesch, 1978; Serdar et al., 2017). There is a functional and non-linear relationship between the length and weight of fish. In fish, the "b" value indicates the type of growth according to the conditions in the environment where the fish live. In bony fish, the "b" value varies between 2.5 and 3.5. When this value is equal to 3, it is isometric; when it is below 3, it is negative allometric and when it is above 3, it is positive allometric growth (Avşar, 1998). Length-weight relationships are used to determine whether fish growth is allometric or isometric (Le Cren, 1951; Ricker, 1975). In addition, the results obtained from length-weight relationships are very useful in comparing studies using different length types (Moutopoulos and Stergiou, 2002). Length-length relationships, comparison of relationships between different length types in fisheries also play an important role in growth studies (Froese and Pauly, 1998).

Since there is no previous scientific study on the length-weight and length-length relationship of *A. sellal* population distributed in Dinar Stream, it is thought that determining these relationships is important and will guide future studies and this study aims to provide information on the subject.

2. MATERIAL and METHODS

Dinar Stream is located approximately 6.5 km from Tunceli-Elazig highway and 3 km from the city center and connects to Munzur River (Öztüfekçi Önal and Sançar, 2021). In this study, 212 *A. sellal* specimens were collected from Dinar Stream in Tunceli province between 2021-2022 (Figure 1).



Figure 1. Dinar Stream sampling area

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Species identification of the fish brought to the laboratory was made according to Geldiay and Balık (1999). Total length of the fish was measured with a 1 mm measuring board and body weight was measured with an electronic balance with a precision of ±0.01 g. Length-weight relationship equation was calculated by the formula $W=a*TL^b$ (Ricker, 1975) (W: Fish weight (g) TL: Total fish length (cm) a and b coefficients are growth parameters). The coefficient "b", which expresses the growth isometrically or allometrically, was statistically different from 3 by t-test. The 95% confidence interval of the slope (b value) of the curve determined by the length-weight relationship was found (Zar, 1999). SPSS Statistics 24.0 package program and Excel 2013 programs were applied in the calculations.

3. RESULTS and DISCUSSION

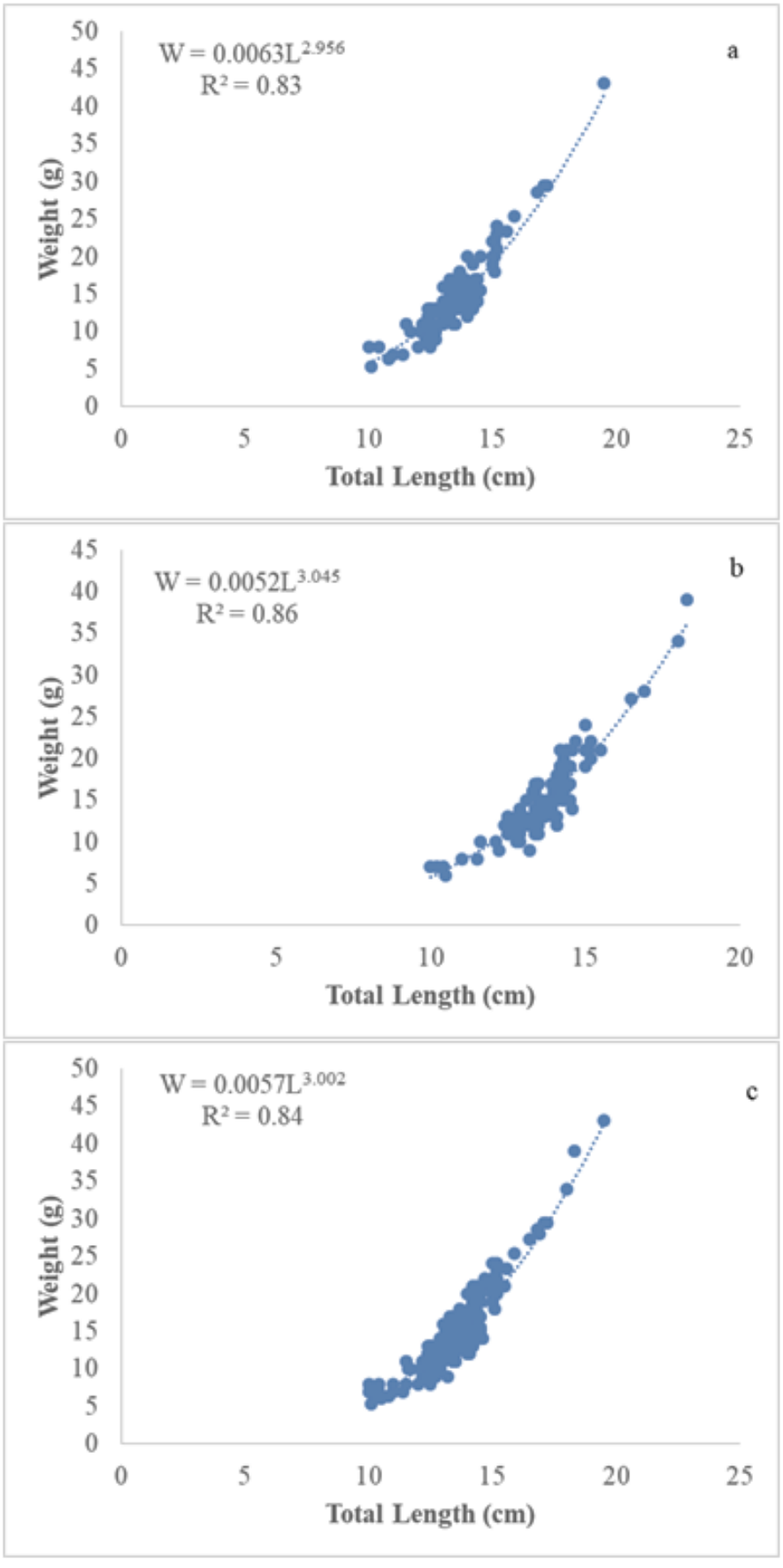
A total of 212 *A. sellal* individuals were obtained during the research period. It was determined that there were 110 females and 102 males and the female/male ratio was 1:1.08. The difference between the sex ratios was found statistically insignificant (X^2 test, p>0.05). Female:male ratios were reported as 1:0.87 in Keban Dam Lake (Başusta (Girgin), 2000), 1:1.21 in Karasu River (Serdar et al., 2017), 1:0.79 in Murat River (Özcan, 2019), 1:0.82 in Keban Dam Lake (Yakut, 2019) and 1:0.70 in Pülümür River (Özcan and Serdar, 2021).

The total length and weight of the examined fish samples were 10.0-19.5 cm and 5.3-43.1 g for females; 10.0-18.3 cm and 6.0-39.0 g for males. The size distribution of *A. sellal* in different habitats is given in Table 1. The differences in length ranges may be due to population density, sampling time and method, and ecological characteristics of the study environment.

The length-weight relationship of *A. sellal* was found as $W = 0.0063L^{2.956}$, $R^2 = 0.83$ (95 % CI of b=2.949-3.374) in females, $W = 0.0052L^{3.045}$, $R^2 = 0.86$ (95 % CI of b=2.957-3.369) in males and $W = 0.0057L^{3.002}$, $R^2 = 0.84$ (95 % CI of b=2.949-3.374) in all individuals (Figure 2). It was determined that the b value of the relationship was not different from 3 for females, males and all individuals (t-test, P>0.05). The growth of *A. sellal* was determined isometric (b=3) in the Dinar Stream. The length-weight relationship parameters of *A. sellal* from different localities are given in Table 1. The relationship between length and weight in fish is one of the most important parameters indicating growth. This relationship may vary in different fish species and may vary even among the same species depending on the habitat, physico-chemical properties of the water, pollution status, amount of food in the environment and reproduction, as well as the sampling gear, sampling time and selectivity of the gear. Therefore, large differences may occur between parameters related to the same species (Avşar, 2005).

Figure 2. Length-weight relationship of *A. sellal* in female (a), male (b) and all individuals (c) of Dinar Stream

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Table 1. Size distribution and length-weight relationship parameters of *A. sellal* in different habitats

Habitat	Researcher (s)	Sex	Length distribution (cm)	Length-weight relationships parameters	
				a	b
Keban Dam Lake	Başusta (Girgin) (2000)	Female	12.5-17.0*	0.000004	3.126
		Male	11.2-16.5	0.000003	3.144
Karasu River	Türkmen and Akyurt, 2000	Female	8.5-18.5	0.008	3.082
		Male	8.9-18.1	0.01	2.828
Atatürk Dam Lake	Başusta and Çiçek, 2006	All	8.38–24.20	0.00395	3.313
Karakaya Dam Lake	Alkan Uçkun and Gökçe, 2015	Female	10.8-18.6	0.206	2.065
		Male	12.5-19.0	0.119	2.138
Gamsiab Dam Lake, İran	Hedayati et al., 2016	All	3.1-11.59*	0.007	3.135
Aşağı Fırat	Keskin, 2016	All	3.3-16.5*	0.0078	3.032
Hamzeh-Ali Bölgesi	Radkhah, 2016	All	1.92-7.41*	0.00006	3.09
Bibi-Sayyedan River	Keivany et al., 2017	Female	4.5-16.80*	0.0061	3.175
		Male	4.6-14.10*	0.0084	3.0355
Karasu River	Serdar et al., 2017	Female	7.5-19.9*	0.0131	2.80
		Male	8.0-21.4	0.0125	2.82
Azad Dam Lake, İran	Fazli et al., 2019	All	7.5-17.5	0.00005	2.743
Murat River	Özcan, 2019	Female	8.7-19.9	0.0097	2.812
		Male	7.2-19.6	0.0168	2.599
Keban Dam Lake	Yakut, 2019	Female	10.4-17.8	0.0018	3.555
		Male	9.5-18.2	0.0042	3.213
Pülümür River	Özcan and Serdar, 2021	Female	6.7-22.7	0.0105	2.86
		Male	7.0-22.1	0.0160	2.70
Dinar Stream	This study	Female	10.0-19.5	0.0063	2.956
		Male	10.0-18.3	0.0052	3.045

*Total length was used in the study

The relationships between total length-fork length, total length-standard length and fork length-standard length of *A. sellal* individuals were quite strong ($P<0.001$; $R^2>0.94$). Female and male individuals were evaluated together and found as FL = 0.9026TL + 0.2634 (R^2 =0.94), SL = 0.8846TL - 0.4935 (R^2 =0.94) and SL = 0.9697FL - 0.6090 (R^2 = 0.98).

As a result; many fish species live in our inland waters, which are rich in terms of both geographical location and different ecological characteristics. It is very important to know the biological characteristics of species in the protection of biodiversity and fisheries management. Therefore, the investigation of biological characteristics such as length-weight and length-length relationships of the *Alburnus sellal* population in Dinar Stream will contribute significantly to science.

REFERENCES

Alkan Uçkun, A. and Gökce, D. (2015). Assessing age, growth, and reproduction of *Alburnus mossulensis* and *Acanthobrama marmid* (Cyprinidae) populations in Karakaya Dam Lake (Turkey). Turkish Journal of Zoology, 39(1), 1- 14. DOI: 10.3906/zoo-1211-13

Avşar, D. (1998). Balıkçılık biyolojisi ve popülasyon dinamiği. Baki Kitabevi, Adana, s: 303

Avşar, D. (2005). "Balıkçılık biyolojisi ve popülasyon dinamiği", Nobel Kitapevi, 332s, Adana.

Bagenal, T.B. and Tesch, F.W. (1978). Age and growth. In: Methods for assessment of fish production in freshwaters. 3rd edn. T. Bagenal (Ed.). IBP Handbook No. 3. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK, pp. 101-136.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Başusta (Girgin), A. (2000). Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Acanthobrama marmid, Chalcalburnus mossulensis* ve *Chondrostoma regium* balıklarında büyüme ve kan hücrelerindeki değişimlerin incelenmesi. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 70s.

Başusta, N. and Çiçek, E. (2006). Length-weight relationships for some teleost fishes caught in Atatürk Dam Lake in southeastern Anatolia, Turkey. Journal of Applied Ichthyology. 22, 279-280. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00778.x

Fazli, H., Daryanabard, G., Janbaz, A., Naderi Jolodar, M., Mirzaei, R., Hoseinpour, H. and Vahedi, N. (2019). Age and growth of *Alburnus mossulensis* Heckel, 1843 in Azad Dam Reservoir and Komasi River in Kordestan Province, Iran. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 18(4), 672-683. DOI: 10.22092/ijfs.2018.117745

Froese, R. and Pauly, D. (1998). Fishbase 1998: concepts, design and data sources. ICLARM, Manila.

Geldiay, R. and Balık, S. (1999). Freshwater Fishes in Turkey, (in Turkish). Ege University Fisheries Faculty Press, No: 46, (3. Ed.), Bornova, İzmir, Turkey. 532p.

Geldiay, R. and Balık, S. (2007). Türkiye tatlı su balıkları. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 46, V. Baskı, İzmir, 638s.

Hedayati, S.A., Ghafari Farsani, H. and Gerami, M.H. (2016). Length-weight relationships of two fish species from Gamsiab Reservoir, western Iran: *Alburnus mossulensis* Heckel, 1843 and *Luciobarbus esocinus* Heckel, 1843. Journal of Applied Ichthyology, 32, 139-140. DOI: 10.1111/jai.12915

Keivany, Y., Ghorbani, M. and Paykan-Heyrati, F. (2017). Age and growth of *Alburnus mossulensis* (Cyprinidae) in Bibi-Sayyedan River of Isfahan Province. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 16(4), 1164-1177.

Keskin, S.B. (2016). Aşağı Fırat Havzası *Alburnus mossulensis* (Heckel, 1843) populasyonu için bazı populasyon dinamiği parametrelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaşı Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir, 59s.

Le Cren C.D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Perca fluviatilis*)". Journal of Animal Ecology, **20**: 201-219

Moutopoulos, D.K. and Stergiou, K.I. (2002). Length-weight and length-length relationships of fish species from Aegean Sea (Greece). Journal of Applied Ichthyology, 18, 200-203.

Özcan, E.İ., Serdar, O. and Aydın, R. (2017). Karasu Nehri'ndeki (Erzincan-Erzurum) *Squalius cephalus*'un (L., 1758) boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri. Yunus Araştırma Bülteni, 1, 109-114.

Özcan, E.I. (2019). Artificial neural networks (a new statistical approach) method in length-weight relationships of *Alburnus mossulensis* in Murat River (Palu-Elazığ) Turkey. Applied Ecology and Environmental Research, 17(5), 10253

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Özcan, E. İ. and Serdar, O. (2021). Pülümür Nehri (Tunceli-Türkiye)'ndeki *Alburnus mossulensis* Heckel, 1843 populasyonunun boy-ağırlık ilişkisi ve kondisyon faktörü. Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi, 6(4), 614-620.

Öztüfekçi Önal, A. and Sançar, T. (2021). Munzur ve Pülümür Vadilerinde (Tunceli) bulunan sıcak ve mineralli kaynakların bölgenin yapısal unsurları ile ilişkisi ve hidrojeokimyasal özellikleri. International Journal of Pure and Applied Sciences, 7(1), 113-131. https://doi.org/10.29132/ijpas.809113

Petrakis, G. a Stergiou, K. I. (1995). Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. Fisheries Research, 21, 465-469.

Radkhah, A. (2016). A study on length weight relationship and condition factor of *Alburnus mossulensis* in Hamzeh-Ali Region from Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 4(1), 124-125.

Ricker, W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Researh Board of Canada, 191, 1- 382.

Serdar, O., Özcan, E.İ. and Aydın, R. 2017. Length-weight and length-length relationships of *Alburnus mossulensis* and *Acanthobrama marmid* (Heckel, 1843) in the Karasu River (Turkey). Yunus Araştırma Bülteni, https://doi.org/10.17693/yunusae.vi.278434

Türkmen, M. and Akyurt, İ. (2000). Karasu Irmağı'nın Aşkale mevkiinden yakalanan gümüş balığı (*Chalcalburnus mossulensis*, Heckel 1843)'nın populasyon yapısı ve büyüme özellikleri. Turkish Journal of Biology, 24, 95-111.

Yakut, Ü. S. (2019). Keban Baraj Gölü *Alburnus mossulensis* (Heckel, 1843) populasyonunda büyüme parametrelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Munzur Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 32 s.

Zar, J.H. (1999). Biostatistical Analysis, 4th edn. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 663p

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

DETERMINATION OF MORPHOMETRIC AND MERISTIC CHARACTERISTICS OF *Alburnus sellal* Heckel, 1843 IN DİNAR STREAM

Doç. Dr. Osman SERDAR

Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Tunceli, Türkiye.

oserdar@munzur.edu.tr, 05056959334

ORCID NO: 0000-0003-1744-8883

Doç. Dr. Ebru İfakat ÖZCAN

Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Tunceli, Türkiye.

ebruozer@munzur.edu.tr, 05317409095

ORCID NO: 0000-0003-2017-6647

ABSTRACT

In this study, the morphometric and meristic characteristics of 44 *Alburnus sellal* in Dinar Stream were investigated. In morphometric characteristics, the lowest variation was found in total length with 8.11%, and the highest variation was in prepectoral length with 18.90%. Ratio of standard length to morphometric characters; The lowest variation was found to standard length/head length with 3.90%, and the highest variation was standard length/prepectoral with 27.26%. The relationship between standard length and morphometric features was determined with the y=a+bx regression model. Regression coefficients of determination (R^2) were calculated. The highest regression relationship was found between standard length and head length (y = 3.3549 + 4.1520x; R^2=0.90), while the lowest relationship was found between standard length and prepectoral length (y =10.914+ 0.3252x; R^2=0.46). Among the meristic characters of *A. sellal* was determined as in Dinar Stream, the number of linea lateral scales 72-89, the number of linea transversal scales 13-15/3-8, the number of dorsal fin rays III, 7-9, the number of pectoral fin rays I, 12-16, the number of ventral fin rays I-II, 7-9, the number of anal fin rays II-III, 12-13, and the number of pharynx teeth 2.5-5.2.

Key words: Dinar Stream, *Alburnus sellal*, morphometric, meristic.

1. INTRODUCTION

Morphometric and meristic measurements in fish play an important role in determining biological diversity and reveal whether there are morphological differences between fish populations. In addition, these measurements are important in determining classification and evolutionary relationships (Gül et al., 2017).

Alburnus sellal, which belongs to the Cyprinidae family, has a silvery white body color and a lighter abdominal area. The pharyngeal teeth are 2.5-5.2. The mouth is upward and there are no

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

barbels around it. There are 3 unbranched, 8-9 branched rays in the dorsal fin and no ossified rays. There are 3 unbranched and 11-12 branched rays in the anal fin and approximately 70-80 scales in the lateral line (Geldiay and Balık, 2007).

According to some molecular systematic and phylogeographic studies conducted in recent years (Mohammadian-Kalat et al., 2017; Jouladeh-Roudbar et al., 2020) the species *Alburnus mossulensis* Heckel, 1843 identified in the Euphrates-Tigris River System was revised and given as a synonym of *Alburnus sellal* Heckel, 1843. There are many morphometric and meristic studies on both *Alburnus sellal* and other species in our country (Birecikligil and Çiçek, 2011; Çoban et al., 2013; Yıldırım et al., 2015; Kaya et al., 2016; Gül et al., 2017; Özcan, 2018; Özcan, 2020; Yüksel et al., 2020; Bayhan, 2021; Düşükcan et al., 2021).

In this study, it was aimed to determine the morphometric and meristic characteristics of *Alburnus sellal,* which lives in Dinar Stream and has a wide distribution in our country, and to guide future studies on the same species living in different habitats.

2. MATERIAL and METHODS

Dinar Stream is located approximately 6.5 km from the Tunceli-Elazığ highway and 3 km from the city center and connects to the Munzur River (Öztüfekçi Önal and Sançar, 2021). In this study, 44 *A. sellal* specimens were collected from Dinar Stream in Tunceli province in 2021-2022 (Figure 1).



Figure 1. Dinar Stream sampling area

The species identification of the fish brought to the laboratory was made with the identification keys given by Geldiay and Balık (2007). Morphometric feature measurements and meristic feature counts were made. Metric measurements were made using 0.01 mm precision calipers and 1 centimeter precision rulers, and their weights were determined with an electronic precision scale with 0.01 g precision.

Morphometric characters: Body weight, total length, fork length, standard length, body height, body width, head length, head width, head height, mouth width, nose length, eye diameter, preorbital distance, interorbital distance, postorbital distance, predorsal length, postdorsal

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

length, prepectoral length, preventral length, preanal length, caudal peduncle height, dorsal fin length, dorsal fin height, standard length/body height, standard length/body width, standard length/head length, standard length/head width, standard length/head height, standard length/mouth width, standard length/nose length, standard length/eye diameter, standard length/preorbital distance, standard length/interorbital distance, standard length/postorbital distance, standard length/predorsal length, standard length/postdorsal length, standard length/prepectoral length, standard length/preventral length, standard length/preanal length, standard length/caudal peduncle height, standard length/dorsal fin length, standard length/dorsal fin height values were determined.

Meristic characters were counted under a magnifying glass and binocular microscope. From the meristic characters; Dorsal fin simple ray number, dorsal fin soft ray number, pectoral fin simple ray number, pectoral fin soft ray number, ventral fin simple ray number, ventral fin soft ray number, anal fin simple ray number, anal fin soft ray number, linea lateral scale number, linea transversal scale number and pharyngeal teeth were determined. Minimum and maximum values (Min-Max), mean (Average), standard deviation (SD), standard error (SE) and variation coefficients (%) of morphometric and meristic values were calculated and given in tables. The variation coefficient was calculated with the formula %CV=(SD/Average)x100 (Avşar, 1998). The relationship between standard length and morphometric characteristics was determined with the regression model y=a+bx. R^2 values (Regression determination coefficients) were calculated.

3. RESULTS and DISCUSSION

Total length of *A. sellal* samples from Dinar Stream was found as 100-170 mm, fork length as 89-155 mm and standard length as 78-148 mm. Minimum and maximum values (min-max), mean (Average), standard deviation (SD), standard error (SE) and coefficient of variation (CV) of morphometric characters of samples are given in Table 1. In morphometric characteristics of *A. sellal*, the lowest variation was found in total length with 8.11% and the highest variation was found in prepectoral length with 18.90%.

Table 1. Morphometric measurements of *A. sellal* in Dinar Stream (mm)

Morphometric Characters	Min-Max	Average	SD	SE	CV (%)
Body Weight	5.0-35	16.75	5.61	0.76	33.46
Total Length	100-170	141.53	11.48	1.55	8.11
Fork Length	89-155	66.35	9.65	8.96	14.54
Standard Length	78-148	61.35	10.16	8.31	16.56
Body Height	19-40	28.87	3.51	0.47	12.15
Body Width	9-19	14.51	2.07	0.28	14.28
Head Length	19-34	28.62	2.42	0.33	8.44
Head Length	8-17	12.19	1.86	0.25	15.24
Head Height	12-21	17.03	1.69	0.23	9.88
Mouth Width	4-8	5.02	0.62	0.08	12.42
Nose Length	3-5	4.07	0.54	0.07	13.24
Eye Diameter	5-9	7.65	1.29	0.17	16.91
Preorbital Distance	4-9	7.22	0.92	0.12	12.70
Interorbital Distance	5-10	7.82	0.82	0.11	10.47

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Postorbital Distance	8-17	13.36	1.38	0.19	10.32
Predorsal Length	48-81	65.07	6.17	0.83	9.48
Postdorsal Length	30-80	61.13	6.88	2.28	11.25
Prepectoral Length	18-50	36.55	8.91	1.61	18.90
Preventral Length	37-75	57.62	5.39	0.73	9.36
Preanal Length	52-104	81.05	7.08	0.95	8.73
Caudal Peduncle Height	8-14	11.25	1.25	0.17	11.11
Dorsal Fin Length	5-16	13.87	1.65	0.22	11.86
Dorsal Fin Height	14-24	19.76	1.23	0.17	6.23

The ratio of standard length morphometric characters of *A. sellal* in Dinar Stream is given in Table 2, and the lowest variation was found to in standard length/head length with 3.90%, while the highest variation was found to in standard length/prepectoral length with 27.26%. In their study on the fish fauna of Uzunçayır Dam Lake, Çoban et al. (2013) reported the standard length of *A. mossulensis* as 133.21 (106-167) mm, standard length/body length as 5.36 (3.97-6.57), standard length/head length as 5.20 (4.67-6.54), standard length/snout length as 20.77 (15.74-27.80), standard length/predorsal length as 2.19 (1.80-7.36), standard length/caudal peduncle length as 2.60 (2.64-2.91), head length/head length as 1.49 (1.15-1.68), head length/snout length as 4.02 (2.58-5.39), snout length/eye diameter as 4.33 (2.33-2.77). They found it as (2.81-5.66). Birecikligil and Çiçek (2011), in their study on the fish fauna of the Euphrates and Asi Basin streams within the borders of Gaziantep province, found the total length/head length as 5.34±0.16 (4.95-5.46), fork length/head length as 4.83±0.13 (4.46-4.93), standard length/head length as 4.43±0.09 (4.06-4.50), head length/body length as 1.14±0.24 (0.96-1.55), head length/eye diameter as 3.23±0.80 (2.66-3.81). Yıldırım et al., (2015), in their study on the fish fauna of Keban Dam Lake, it was reported that total length was 139-164 mm, standard length was 115-139 mm, total length/body length was 5.4-7.8, standard length/body length was 4.6-5.8, standard length/head length was 4.3-5.8; head length/nose length was 3.1-3.2; head length/body length was 0.9-1.0; head length/head length was 1.0-1.1; head length/head width was 1.6; head length/eye diameter was 2.3-3.0; nose length/eye diameter was 0.7-0.9; head length/interorbital distance was 2.7-2.9; nose length/interorbital distance was 0.8-0.9; interorbital distance/eye diameter was found to be 0.7-1.0 and caudal peduncle length/caudal peduncle length was found to be 3.8-3.9. Morphometric studies that facilitate the morphological understanding of ecological modeling are very important (Gürkan and Bayhan, 2009; Özcan, 2020).

Table 2. Ratios of morphometric characters of *A. sellal* in Dinar Stream (mm)

Morphometric Characters	**Min-Max**	**Average**	**SD**	**SE**	**CV (%)**
Standard Length/Body Height	3.63-5.5	4.33	0.41	0.08	9.54
Standard Length/Body Width	7.21-11.0	8.75	0.87	0.16	9.92
Standard Length/Head Length	4.00-4.78	4.27	0.17	0.03	3.90
Standard Length/Head Width	7.65-12.22	10.12	1.18	0.22	11.68
Standard Length/Head Height	6.12-9.29	7.29	0.72	0.14	9.84
Standard Length/Mouth Width	18.13-27.5	24.33	2.08	0.39	8.58
Standard Length/Nose Length	23.20-41.33	29.88	4.13	0.78	13.83

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Standard Length/Eye Diameter	14.38-18.33	16.00	1.22	0.23	7.60
Standard Length/Preorbital Distance	14.86-22.00	17.52	1.82	0.34	10.37
Standard Length/Interorbital Distance	13.00-21.17	15.94	1.95	0.37	12.20
Standard Length/Postorbital Distance	8.06-10.00	9.20	0.45	0.08	4.88
Standard Length/Predorsal Length	1.63-2.20	1.88	0.11	0.02	5.91
Standard Length/Postdorsal Length	1.44-3.33	2.27	0.58	0.11	25.65
Standard Length/Prepectoral Length	2.30-5.20	3.75	1.02	0.19	27.26
Standard Length/Preventral Length	1.82-2.39	2.11	0.15	0.03	7.15
Standard Length/Preanal Length	1.30-1.65	1.49	0.08	0.01	5.50
StandardLength/CaudalPeduncle Height	9.55-13.75	11.07	1.07	0.20	9.63
Standard Length/Dorsal Fin Length	6.13-15.60	9.22	1.69	0.32	18.28
Standard Length/Dorsal Fin Height	5.44-7.25	6.17	0.49	0.09	7.93

Regression models and relationships of standard length-morphometric features are given in Table 3. The highest regression relationship was between standard length-head length (R^2=0.90), while the lowest relationship was between standard length-prepectoral length (R^2=0.46).

Table 3. Regression models and relationships of standard length-morphometric features of *A. sellal* in Dinar Stream (R^2)

Morphometric Characters	**Regression Model Formula**	**R^2**
Standard Length/Body Height	y = 48.776 + 2.5518x	0.75
Standard Length/Body Width	y = 53.853 + 4.7727x	0.76
Standard Length/Head Length	y = 3.3549 + 4.1520x	0.90
Standard Length/Head Width	y = 63.941 + 4.6715x	0.60
Standard Length/Head Height	y = 42.379 + 4.6949x	0.60
Standard Length/Mouth Width	y = 54.750 + 13.150x	0.68
Standard Length/Nose Length	y = 66.637 + 13.114x	0.50
Standard Length/Eye Diameter	y = 34.178 + 11.401x	0.73
Standard Length/Preorbital Distance	y = 50.288 + 10.082x	0.69
Standard Length/Interorbital Distance	y = 55.900 + 8.4523x	0.48
Standard Length/Postorbital Distance	y = 23.819 + 7.3561x	0.85
Standard Length/Predorsal Length	y= 22.144 + 1.5300x	0.81
Standard Length/Postdorsal Length	y = 10.576 + 0.2584x	0.58
Standard Length/Prepectoral Length	y =10.914+ 0.3252x	0.46
Standard Length/Preventral Length	y = 28.193 + 1.6073x	0.70
Standard Length/Preanal Length	y = 20.082 + 1.2381x	0.81
Standard Length/Caudal Peduncle Height	y = 43.791 + 6.9963x	0.67
Standard Length/Dorsal Fin Length	y = 56.275 + 3.3022x	0.65
Standard Length/Dorsal Fin Height	y = 3.3564 + 5.9964x	0.60

Among the meristic characters of *A. sellal* in Dinar Stream, linea lateral scale number was found as 72-89, linea transversal scale number as 13-15/3-8, dorsal fin ray number as III, 7-9, pectoral fin ray number as I, 12-16, ventral fin ray number as I-II, 7-9, anal fin ray number as II-III, 12-13 and pharyngeal teeth as 2.5-5.2 (Table 4). When other studies on meristic characters of *A.*

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

sellal were examined; Birecikligil and Çiçek (2011), D: III 9, A: II-III 11-13, P: I 13-15, V: I-II 7-9, L. lat.: 81-89 (88), Pharyngeal teeth: 2.5- 5.2; Çoban et al., (2013) D: III, 7-9, A: II- III, 11-13, P: I, 12-18, V: I-II, 7-9, LL: 71-91, L.trans.: 13-16 / 3-8 , SD: 21-28, FD: 2.5-5.2; Kaya et al., (2016) in their study on the Upper Tigris River Basin: D: III 7–9, A: III 11–12, P: I 14–16, V: I 7–8, LL: 73–87, L.trans.: 14– 16/5–7; Yıldırım et al., (2015), A: I-III/11-13; D: III/8; P: I/8-9; V: I/7-8; L. lat.: 84- 91; L. trans.: 14-15/7-8; SYDS: 22-29 and FD: 2.5- 5.2; Özcan (2018) detected the following in the Murat River: D: II-III 8-10, A: I-III 11-13, V: I-II 7-10, P: I/9-14, L. lateral: 69-83, L. trans.: 11-15/4-7, FD: 2.5- 5.2. There are similarities between the meristic characteristics obtained in this study and other studies.

Table 4. Meristic characters of *A. sellal* in Dinar stream.

Meristic Characters	
Linea Lateral Scale Number	72-89
Linea Transversal Scale Number	13-15/3-8
Dorsal Fin Ray Number	III, 7-9
Pectoral Fin Ray Number	I, 12-16
Ventral Fin Ray Number	I-II, 7-9
Anal Fin Ray Number	II-III, 12-13
Pharyngeal Teeth	2.5-5.2

In this study, the morphometric and meristic characteristics of *A.sellal* in Dinar Stream were determined and it can be said that habitat differences are effective in the change of morphometric and meristic characteristics. As a result; It is thought that this study can contribute to the determination of morphological changes that may occur in the population and to the better protection of the species in future studies on *A. sellal*.

REFERENCES

Avşar, D. (1998). Balıkçılık biyolojisi ve populasyon dinamiği. Ders Kitabı No: 5. Baki Kitap ve Yayınevi. Adana. 303s.

Bayhan, Y.K. (2021). The Fish Fauna of the Atatürk Dam Lake (Adıyaman/Turkey). NESciences, 6(3): 237-255 doi: 10.28978/nesciences.1036854

Birecikligil, S. and Çiçek, E. (2011). Gaziantep ili sınırları içindeki Fırat ve Asi Havzası akarsuları balık faunası. Research Journal of Biology Sciences, 4(2):29-34.

Çoban, M.Z., Gündüz, F., Yüksel, F., Demirkol, F., Yıldırım, T. and Kurtoğlu, M. (2013). Uzunçayır Baraj Gölü (Tunceli) Balık Faunası. Yunus Araştırma Bülteni, 2:35-44.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Düşükcan, M., Eroğlu, M. and Çoban, M.Z. (2021). Özlüce Baraj Gölü'nde Yaşayan *Garra rufa* (Heckel, 1843)'nın Morfometrik ve Meristik Özelliklerinin İncelenmesi. Ecological Life Sciences, 16(2):66-75, DOI: 10.12739/NWSA.2021.16.2.5A0149.

Geldiay, R. and Balık, S. (2007). Türkiye tatlı su balıkları. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 46, V. Baskı, İzmir, 638s.

Gül, G., Yılmaz, M., Saylar, Ö., Benzer, S. and Gül, A. (2017). Mogan Gölü (Ankara, Türkiye) Sazan (*Cyprinus carpio*) Populasyonunun Morfometrik, Meristik Özellikleri ve Boy-Ağırlık İlişkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 13(2), 163-172.

Gürkan, Ş. and Bayhan, B. (2009). İzmir Körfezi (Ege Denizi)'ndeki Kancaağız Pisi Balığı *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758)'nın Bazı Morfometrik Özellikleri, TÜBAV Bilim 2(4):394.

Kaya, C., Turan, D. and Ünlü, E. (2016). The Latest Status and Distribution of Fishes in Upper Tigris River and Two New Records for Turkish Freshwaters. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 16: 545-562

Jouladeh-Roudbar, A., Ghanavi, H. R. and Doadrio, I. (2020). Ichthyofauna from Iranian freshwater: annotated checklist, diagnosis, taxonomy, distribution and conservation assessment. Zoological Studies, 59(21). https://doi.org/10.6620/ZS.2020.59-21

Mohammadian-Kalat, T., Esmaeili, H. R., Aliabadian, M. and Freyhof, J. (2017). Re-description of *Alburnus doriae*, with comments on the taxonomic status of A. amirkabiri, A. mossulensis, A. sellal and Petroleuciscus esfahani (Teleostei: Cyprinidae). Zootaxa, 4323(4), 487-502. https://doi.org/10.11646/zootaxa.4323.4.3

Özcan, E.İ. (2018). Murat Nehri'ndeki (Palu-Elazığ) *Alburnus mossulensis* (Kemikli Balıklar: Sazangiller)'in Bazı Meristik ve Morfometrik Özellikleri. International Engineering and Natural Sciences Conference (IENSC 2018) 14-17 NOVEMBER 2018 Diyarbakır, Proceeding Book

Özcan, E.İ. (2020). Murat Nehri (Palu-Elazığ)'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) türünün bazı meristik ve morfometrik özellikleri, Ecological Life Sciences, 15(4):155- 162, DOI: 10.12739/NWSA.2020.15.4.5A0142.

Öztüfekçi Önal, A. and Sançar, T. (2021). Munzur ve Pülümür Vadilerinde (Tunceli) Bulunan Sıcak ve Mineralli Kaynakların Bölgenin Yapısal Unsurları ile İlişkisi ve Hidrojeokimyasal

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Özellikleri. International Journal of Pure and Applied Sciences, 7(1), 113-131. https://doi.org/10.29132/ijpas.809113

Yıldırım, T., Dursun, Ş., Eroğlu, M., Çoban, M.Z., Demirol, F., Gündüz, F., Arca, S., Demir, T., Gürçay, S., Uslu, A. and Canpolat, İ. (2015). Keban Baraj Gölü balık faunası, Elazığ, Türkiye. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 27(1):57-69.

Yüksel, F., Karlıkaya, E. and Çoban, M.Z. (2020). Munzur Nehri'nde yaşayan *Salmo macrostigma* (Dumeril, 1858)'nın morfometrik ve meristik özelliklerinin incelenmesi. International Journal of Pure and Applied Sciences, 6(2):77-86. DOI: 10.29132/ijpas.779189.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

İSTANBUL İLİ ANADOLU YAKASI ÖRTÜ ALTI SEBZE ÜRETİCİLERİNİN BİTKİ KORUMA UYGULAMALARINDAKİ DAVRANIŞLARI VE BİLGİ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Yüksek Lisans Öğrencisi Muhittin ÖZKAN[1]

Selçuk Üniversitesi,

muhittinozkan1@hotmail.com - 0009-0000-2332-4612

Prof. Dr. Nuh BOYRAZ[2]

Selçuk Üniversitesi,

nboyraz@selcuk.edu.tr - 0000-0001-6822-9360

ÖZET

Örtü altı yetiştiricilik, kendine has yöntemleri olan bir üretim çeşididir. Çalışmamız ile örtü altı sebze üreticilerinin, bitki koruma uygulamaları konusunda bilgi düzeyleri ile davranışlarının tespiti amaçlanmıştır. Anket yapılacak üretici sayısı, örtü altı sebze yetiştiriciliği yapan üreticilerin 3'te 1'i olarak belirlenmiş ve 160 adet üretici ile anket çalışması gerçekleştirilmiştir.

Üreticilerin bitki koruma uygulama davranışları ve bilgi düzeylerinin niceliksel olarak ölçülmesi amacıyla, anket sorularına verdikleri cevaplara göre puanlama yapılmıştır. Üreticiler aldıkları puanlara göre k-ortalamalar kümeleme yöntemi kullanılarak düşük, orta ve yüksek uygulama bilgi düzeyleri olarak 3 gruba ayrılmışlardır. Üreticilerin %27,5'i düşük, %35,63'ü orta, %36,87'si ise yüksek bilgi ve uygulama düzeyine sahip oldukları görülmüştür.

Anket formu ile üreticilerin kimyasal mücadele uygulamaları, kültürel, biyolojik, biyoteknik, fiziksel ve entegre mücadele uygulamaları ile pestisitlerin sağlığa ve çevreye etkileri hakkında bilgi düzeyleri ayrıca belirlenmiştir.

Bitki koruma uygulama davranışları ve bilgi düzeyleri tespit ölçeği, Cronbach α katsayısı 0,95 olarak bulunmuş olup, bu değer ölçeğimizin yüksek güvenilirlikte olduğunu göstermiştir. Üreticilerin cinsiyet, yaş aralığı, eğitim durumu, yetiştiricilik eğitimi alma durumu, yetiştiricilik süresi, örtü altı yetiştiricilik alanları, aile geçiminin tarımsal faaliyetlerden sağlanma durumları ile uygulama ve bilgi düzeyleri arasında fark olup olmadığı, t-test, ANOVA, post hoc analizleri (Bonferrroni α katsayısı) ile araştırılmıştır.

Eğitim durumu ön lisans ve lisans olan üreticilerin, yetiştiricilik eğitimi alan üreticilerin, yaş aralığı 21-30, ve 31-40 olan üreticilerin uygulama ve bilgi düzeyleri puanlarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Üreticilerin eğitim düzeylerinin artmasının ve yetiştiricilik faaliyetleri ile eğitim almalarının sağlanması durumunda bitki koruma uygulamaları bilgi düzeylerinin artacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Örtü altı yetiştiricilik, İstanbul, bitki koruma uygulamaları, bilgi düzeyi

[1] Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ABD Yüksek Lisans Öğrencisi
[2] Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

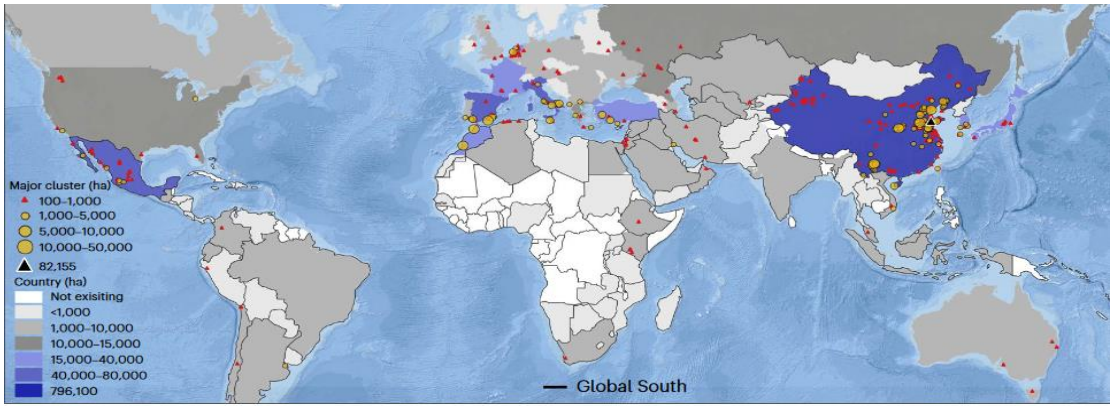
ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. GİRİŞ

Artan nüfusla birlikte beslenme, barınma ve temiz su kaynaklarına ulaşım imkânlarının giderek azaldığı bir gerçektir. Ülkemizin ekilebilir tarımsal arazi varlığı son yirmi yılda yaklaşık 4 milyon ha (hektar) azalmış (Anonymous, 2021), buna karşın nüfus ise yaklaşık 19 milyon kişi artmıştır (Anonymous, 2023). Nüfusun artması ve ekilebilir tarımsal arazi varlığının azalması durumu, gelecek yıllarda ülkemiz vatandaşlarının gıdaya ulaşmasının zorlaştıracağını göstermektedir.

Ortalama sıcaklıkların artması, yağış miktarlarının azalması ve zamanlarının değişmesi, buharlaşmanın artması gibi iklim değişikliği faktörleri, tarımsal üretimde baskılayıcı unsurlar olarak bulunmaktadır. Son 75 yılda ülkemizin bulunduğu coğrafyada ortalama sıcaklık 4°C artmıştır (Anonymous, 2024).

Örtü altı yetiştiricilik, dış iklim faktörlerinin etkisini azaltarak veya kaldırarak, kısmen veya tamamen özel iklim koşullarının oluşturulduğu, metal, ahşap vb. yapı malzemeli, çeşitli geometrik şekillerde tasarlanmış, plastik, cam vs. materyaller kullanılarak oluşturulan alanlarda yapılan yetiştiricilik olarak tanımlanabilmektedir. Örtü altı yetiştiriciliğin coğrafi dağılımında en büyük kısıtlama etkeni sıcaklık faktörüdür. Örtü altı üretim, dünya genelinde yaygın olarak tropik bölge çevresi (sub-tropik) ve yarı kurak (semi-arid) bölgelerde yapılmaktadır. Tong ve arkadaşları (2024) tarafından, uydularla uzaktan algılama sistemleri kullanılarak yapılan bir çalışmada dünya çapında 1,3 milyon hektar alanda örtü altı üretim yapıldığı, bu alanın yüzde 60,4'ü Çin Halk Cumhuriyeti'nde bulunduğu, Türkiye'nin ise %2,4 örtü altı üretim ile dünya çapında 5. ülke olduğu belirtilmiştir. Yine bu çalışmada örtü altı üretim yapılan alanların tropik bölge çevresi ve yarı kurak bölgeler olduğu görülmüştür (Görsel 1.1.).



Görsel 1. 1. Global Örtü Altı Alan Haritası

Ülkemizde toplam örtü altı tarım arazisi 764.000 da olup, Antalya 311.000 da ile örtü altı tarımsal arazi varlığı bakımından birinci sırada yer almaktadır. İstanbul ili ise 2055 da ile listede 19'uncu sırada yer almaktadır (Anonim, 2024a).

İstanbul ilinde toplam tarımsal üretim alanı 769.751 da'dır. Bu alanın 26.252 da'lık kısmında sebze tarımı yapılmaktadır. (Anonim, 2024b).

İstanbul İli Anadolu Yakasında 480 üretici ile toplamda 1.086 da alanda örtü altı sebze üretimi yapılmaktadır. Bu alanlarda yaygın uygulama olarak, kış döneminde kıvırcık, kara

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

yaprak, tere, roka gibi ürünler yetiştirilirken, yaz döneminde domates, biber, patlıcan, hıyar vs. ürünler yetiştirilmektedir (Anonim, 2023a).

İstanbul ilinin de içinde bulunduğu Marmara Bölgesi örtü altı üretim faaliyetleri için uygun iklim koşullarına sahip olmakla birlikte, bölgenin sanayi sektöründe önde olmasından dolayı bölgenin bu özelliği göz ardı edilmiştir. Yine bölgedeki nüfus yoğunluğu sebebiyle, tarımsal arazi vasıflarının yerleşim yeri olarak değiştirilmesi hususunda baskılar artmaktadır. Yeraltı ve yerüstü doğal tatlı su kaynakları kullanım önceliği nüfus yoğunluğu sebebiyle insani tüketime yönelmiştir.

İstanbul ilinin yıllık ortalama sıcaklığı 15,3 °C'dir. Sıcaklıklar Kasım-Mart döneminde sıfırın altına inmiş olup, kaydedilen en düşük sıcaklık -9 °C ile 1950 yılında gerçekleşmiştir (Anonim, 2024c).

İstanbul ilinin nüfusu yaklaşık 15,5 milyon kişi olup, ülkemizin en kalabalık ili ve dünyanın en kalabalık şehirlerinden biridir. (Anonim, 2024d). Kalabalık nüfus, yetiştirilen tarımsal ürünler için ekonomik anlamda kolay bir pazar olmaktadır. Pazar yakınlığı, hassas ve çabuk bozulabilen sebze ürünlerin nakliye kayıplarını ve masraflarını azaltacağı açıktır.

Sebze ürünlerinin üretimi, pazara nispeten yakın yerlerde ve zamanında üretimi stratejisinin geliştirilmesi, ülkemiz tarımı ve ekonomisi için önem arz etmektedir. Bu stratejinin gerçekleştirilmesinin en önemli temel ayağı ise üreticidir. Sürdürülebilir tarımsal üretim yapılması, hastalık ve zararlı kaynaklı ürün kayıplarının engellenmesi, fitotoksite, pestisit kalıntısı ve sarfiyatının azaltılması, dere/baraj/göl/yeraltı suyu gibi su kaynaklarının kirlenmesinin engellenmesi, çevre problemlerin azaltılması gibi olumsuz durumlara müdahale edilmesinde üretici bilgi düzeyi ve uygulama davranışlarının saptanmasının önem arz ettiği açıktır.

Üreticilerin uygulama davranışları üretilen ürün çeşidi, yetiştirme metodu, iklim, ürün yetiştirilme amacı, üretim alanı büyüklüğü, üreticinin içinde bulunduğu koşullar, üretim bölgesi vs. birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Örtü altı yetiştiricilik niteliği gereği kendine has yöntemleri olan bir üretim çeşididir. Üretilen ürün açık arazideki ürünlere göre nispeten daha kıymetli olup, genel olarak içeriğinde yüksek oranda su bulunduğundan daha hassas bir niteliktedir. Nispeten hassas, değerli, emek yoğun ve pazarlama süresi kısa olan bu ürünlerin yetiştiriciliğinde yapılan yanlış uygulama davranışları, şüphesiz ürün kaybını artıracaktır. Uygulama davranışlarının tespitine yönelik yapılan çalışmalarla, üreticilere eksik oldukları konularda eğitim ve demonstrasyon faaliyetleri yapılması, yanlış üretici davranışlarının düzeltilmesinde önemli bir adımdır.

Üreticilerin yaptıkları faaliyetlere yönelik bilgi düzeyi araştırmaları da elimize yukarıda belirtilen hususa benzer olarak daha somut verileri sunacaktır. Bilgi düzeyi ölçülmesi, üreticilerin yaygın olarak yaptıkları uygulamalara yönelik sorular sorularak ve verilen cevapları puanlayarak belirleneceği düşünülmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kızılaslan ve Kızılaslan (2005), Tokat ili Artova ilçesinde kırsal halkın (çiftçilerin) çevre konusunda bilinç düzeyi tespiti amacıyla Likert Ölçeği esas alınarak puanlama yaptıkları bir araştırmada, çiftçilerin %27,45'inin düşük, %49,02'sinin orta, %23,53'ünün ise yüksek düzeyde çevre bilincine sahip olduğu ifade edilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Tiryaki ve Erdil (2020) tarafından Manisa İlinde çiftçilerin tarım ilaçları konusundaki bilinç düzeyi ve duyarlılıklarına yönelik bir araştırmada üreticilerin bilgi düzeyleri Likert Skalası ile hesaplanmış, üreticilerin %63,8'inin yüksek, %25,3'ünün orta, %10,9'unun düşük bilinç düzeyinde olduğu belirtilmiştir.

Her iki çalışmada da bilinç düzeyleri değerlendirmesinde düşük düzeyde bilinç, toplam puanın <%50'si; orta düzeyde bilinç, toplam puanın ≥50 ile <2/3; yüksek düzeyde bilinç ise toplam puanın ≥2/3 olarak referans alındığı görülmüştür.

Ulusay (2018)'ın Aydın ilinde domates üreticilerinin bitki koruma uygulamalarına yönelik tutum ve davranışlarının tespitine yönelik yaptığı araştırmasında; üreticilerin %46,6'sının ilaçlama esnasında koruyucu önlem almadıkları, üreticilerin %42,7'sinin ilaç etiketine bakarak doz ayarlaması yaptıkları, üreticilerin %60'ının domates hastalıklarının tespitinde bitki koruma ürünleri bayilerine başvurarak yardım aldıkları, üreticilerin %76,6'sının kimyasal mücadele harici başka bir mücadele yönteminin olduğunu bildikleri, üreticilerin %66'sının ilaçlama kayıtlarını tutmadıkları, üreticilerin %75,7'sinin tarım ilaçlarının reçeteli satılmasının uygun olmadığını düşündükleri, üreticilerin %65'inin hasat sonrası bitki artıklarının üretim alanında bırakmadıkları tespit edilmiştir.

Akar ve Tiryaki (2018)'nin Antalya ilinde üreticilerin pestisit kullanımı konusunda bilgi düzeyleri ve duyarlılıklarının araştırıldığı bir çalışmada, üreticilerin pestisit kullanımı bilinç düzeyleri üçlü Likert skalasıyla puan verilerek hesaplanmış, üreticilerin %13.5'inin düşük, %28.3'ünün orta, %58.2'sinin yüksek düzeyde çevre bilinç düzeyine sahip oldukları belirtilmiştir. Yine bu çalışmada yüksek düzeyde bilinç düzeyine sahip olan çiftçilerin %11.4'ü 25-34 yaş, %25.9'u 35-44 yaş, %34.1'i 45-54 yaş, %21.8'i 55-65 yaş ve %6.8'inin de 65 üstü yaş grubuna dahil oldukları belirtilmiştir.

Kutaruk (2019), Akdeniz Bölgesinde örtü altı domates üreticilerinin ilaç kullanım alışkanlıkları hakkında yaptığı çalışmada; üreticilerin en büyük probleminin ilaçlamada bilgi eksikliği ve yanlış ilaç kullanımı olduğu, üreticilerin %53'ünün tavsiye edilen ilaç dozuna uyduğu, %47'sinin uymadığı, üreticilerin yaşı ve deneyim süresi arttıkça ilaç kullanım dozuna uyduğu, üreticilerin %42'sinin ilaçlama öncesi hava durumunu dikkate aldığı, üreticilerin %58'inin ilaçlama yaparken evcil hayvanlara ve bal arıları uçuşuna dikkat ettiği, üreticilerin %50'sinin ilaçlama sonrası ellerini yıkadığı, %50'sinin ise duş aldığı, ilaçlama sonrası üreticilerin %4'ünün 1-3 gün, %55'inin 4-7 gün, %27'sinin 8-10 gün, %14'ünün ise 11 ve üzeri gün sonra hasat işlemini yaptığı, üreticilerin %51'inin ilaçların ürünlerde kalıntı bıraktığını, %49'unun ise kalıntının yıkama ile geçeceğini düşündüğü bildirilmiştir.

Kahraman (2020)'ın Mersin ilinde örtü altı yetiştiricilik yapan üreticilerin zirai mücadele konusundaki bilgi düzeyleri üzerine yaptığı çalışmada; üreticilerin %72,5'inin hastalık zararlı görülür görülmez ilaçlamaya başladıkları, üreticilerin bitki koruma ürünlerinin ruhsatlı olma durumuna, kullanma talimatlarına, son kullanma tarihlerine ve bekleme sürelerine dikkat ettikleri, ilaç seçiminde hastalıklara ve zararlılara etkisine göz önüne aldıkları, ilaçların çevreye etkisine ve karışa bilirlik durumlarına dikkat etmedikleri, üreticilerin mücadele yöntemi olarak %88,52'sinin kimyasal mücadeleyi tercih ettikleri, diğer mücadele konularında kayda değer bilgi sahibi olmadıkları, üreticilerin %65'inin entegre mücadele konusunda bilgi sahibi oldukları, entegre mücadele konusunda bilgisi olmayanların artan ilaçları ve ilaçlama tankında kalan ilaçların çevre duyarlılığı hiçe sayılarak imha ettikleri, üreticilerin ilaçlama

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

yaparken çoğunluğunun koruyucu ekipman kullandıkları, ilaçlama sonrası kalan ilaçların özel bir dolapta muhafaza ettikleri hususları belirtilmiştir.

Uzun (2021)'un Kocaeli ilinde fındık üretimi yapan üreticilerin pestisitler hakkındaki bilinç düzeyinin belirlenmesine yönelik yaptığı çalışmada, üreticilerin %8'i düşük düzeyde, %70'i orta düzeyde ve %22'si yüksek düzeyde pestisit bilincine sahip olduğunun belirlendiği ifade edilmiştir. Çalışmada, Likert ölçeği kullanılarak puanlama yapılmış, üreticilerin alacağı puan aralığı 0-64 olarak belirlenmiştir. 0-32 puan aralığının düşük düzeyde bilinci, 33-50 puan aralığının orta düzeyde bilinci, 51-64 puan aralığının ise yüksek düzeyde bilinci gösterdiği belirtilmiştir.

Kor ve Dinler (2022)'in Muğla ili Seydikemer, Fethiye ve Ortaca ilçelerinde örtü altı domates üreticilerinin fitopatolojik uygulamalar ve üretici bilincinin değerlendirilmesine yönelik yaptıkları çalışmada; üreticilerin yoğun olarak kimyasal uygulamalarda bulunduğu, kültürel uygulamaların göz ardı edildiği, ilaçlama uygulamalarında bilgi eksikliklerinin bulunduğu, en çok fungal etmenlere karşı ilaçlama uygulandığı, solarizasyon uygulamalarının yapıldığı, biyolojik mücadele uygulamalarının yapılmadığı ancak üreticilerin alternatif mücadele yöntemlerine açık olduğu belirtilmiştir.

Taşova (2022)'nın Amasya ili örtü altı domates yetiştiriciliğinde mücadele uygulamaları ve bilinç düzeyi üzerine yaptığı çalışmasında, üreticilerin tamamının ekonomik zarar eşiği (EZE) terimini duymadığını ve EZE'ye dikkat etmeden zararlılar görülür görülmez ilaçlamaya başladığını, üreticilerin fiziksel, biyolojik ve biyoteknik mücadelenin ne demek olduğunu bilmediğini, ilaçların uygulama dozuna dikkat ettiğini, ilaçlamayı sabah erken ve akşam üzeri saatlerde yaptığını, teknik terim olarak kalibrasyon terimini bilmediklerini ancak belli miktarda su ile ne kadar alanın ilaçlayabileceklerini bildiğini, zirai mücadele ekipman temizliğinde titiz ve bilinçli davrandığını, üreticilerin çoğunluğunun ilaçların doğaya, çevreye, insana ve diğer canlılara zarar verdiğini düşündüğünü, boş ilaç ambalajlarının etrafa atılmadığını, çoğunluğunun yakıldığını, bir kısmının çöpe atıldığını ve toprağa gömüldüğünü belirtmiştir.

Sevim ve ark. (2023) Diyarbakır'da buğday, pamuk ve mısır üreticilerinin pestisit kullanımı konusunda bilgi düzeylerinin saptanmasına yönelik yaptıkları çalışmalarında, üreticilerin %93,'sının ilaçlama ile ilgili daha önce hiçbir eğitim almadıkları, üreticilerin eğitim durumlarının düşük olduğu ve mesleki eğitim almadıkları; üreticilerin %35'inin her yıl aynı ilaçları kullandıkları ve %27'sinin her yıl aynı ilaçları kullanmanın bir sakıncasının olmadığını düşündükleri belirtilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

Çalışmamızın konusu, İstanbul İli Örtü Altı Sebze Yetiştiricilerinin Bitki Koruma Uygulama Davranışları ve Bilgileri Araştırılması olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda belirlenen amaç ve hedeflerine yönelik olarak "İstanbul İli Örtü Altı Sebze Yetiştiricilerinin Bitki Koruma Uygulama Davranışları ve Bilgileri Anket Formu" hazırlanmıştır. Çalışmamızın ana materyalini üreticilerin anket sorularına verdikleri cevaplar oluşturmaktadır. Örtü altı sebze üretim faaliyetinde bulunan üreticilerin bitki koruma uygulamaları yönünden bilgi, tutum ve davranışlarına yönelik mevcut çalışmalar (Kahraman 2020, Taşova 2022, Kutaruk 2019, Kor ve Dinler 2022) incelenmiş, benzer nitelikte konular ve sorular anket sorularımızın temelini

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

oluşturmuştur. Bölgemizde yapılan yaygın örtü altı üretim ve bitki koruma uygulamaları, işletme özellikleri ve tarafımızca üreticilere yapılan teknik ziyaretler kapsamında görülen durumlar dikkate alınarak anket soruları geliştirilmiştir.

Anket soruları tanzim edilirken konu ile ilgili mevzuat hükümleri olan Bitki Koruma Ürünlerinin Önerilmesi, Uygulanması ve Kayıt İşlemleri Hakkında Yönetmelik, Örtü Altı Entegre Mücadele Talimatı, Yaprağı Yenen Sebzeler Entegre Mücadele Talimatı, Sebze Zararlıları Zirai Mücadele Teknik Talimatları ve ilgili diğer mevzuat kapsamında üreticilerin uymak zorunda olduğu kurallar anket sorularına dahil edilmiştir.

Anketimiz 4 bölümden oluşmakta olup, ilk bölümde kişisel ve genel üretim bilgileri yer almaktadır. İkinci bölümde Kimyasal Mücadele Uygulamaları, üçüncü bölümde Kültürel, Biyolojik, Biyoteknik, Fiziksel ve Entegre Mücadele Uygulamaları, son bölümde ile Pestisitlerin Çevreye ve Sağlığa Etkisi konuları yer almaktadır.

Anket sorularının cevapları genel olarak 3 (3) üç farklı olgunun tespitine yönelik olarak hazırlanmıştır. Bunlar;

1. Uygulama davranışlarının tespitine yönelik cevaplar,
2. Bilgi durumu tespitine yönelik cevaplar,
3. Davranış/uygulama sıklığı tespitine yönelik cevaplardır.

Anket çalışmamız İstanbul ilinde Anadolu Yakasında örtü altı sebze yetiştiriciliği yapan 160 üreticiye uygulanmış ve üreticilerin uygulama davranışları, bilgileri ve konu ile ilgili düşünceleri tespit edilmiştir. Uygulama davranışları ve bilgi düzeyleri tespitine yönelik ikinci, üçüncü ve dördüncü bölümdeki yanıtlar Likert Ölçeği kullanılarak puanlanmış ve her üreticinin aldığı toplam puan tespit edilmiştir. Dört bölümde toplam 117 soru sorulmuştur. Bilgi ve uygulama davranışını içeren 88 soru puanlamaya dahil edilmiştir. Puan aralığı 0-124 belirlenmiştir.

Evet/Hayır veya Evet/Hayır/Bilgim Yok cevaplı sorularda; Evet:1 (bir),Hayır/Bilgim yok: 0 (sıfır) puan olarak puanlanmıştır. Evet/Hayır sorularının bir kısmı bilgi, bir kısmı davranış sorusudur.

Bitki koruma uygulamaları/davranışları içeren sorular; Çoğunlukla/Çoğu zaman/Her zaman, Bazen/Bazı, Hayır/Hiç olarak cevaplandırılması istenmiştir Çoğu zaman/her zaman: 2 (iki) puan, Bazen/Bazı: 1 (bir) puan, Hayır/Hiç:0 (sıfır) puan olarak puan olarak puanlanmıştır. Bazı sorulara, cevabı gereği ters puanlama yapılmıştır.

Üreticilerin bilgi düzeyleri düşük, orta ve yüksek bilgi düzeyleri şeklinde sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma yapılırken K-Ortalamalar kümeleme yöntemi tercih edilmiştir. Verilerin kümelenmesinde/sınıflanmasında K-Ortalamalar kümeleme (K-Means Clustring) yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır (Cebeci 2015).

Yıldız ve Uzunsakal (2018) çalışmalarında, Likert tipi bir ölçeklerde, bir maddeden elde edilen puan dağılımının sürekli bir değişken olduğu kabul edilmektedir. Likert tipi bir ölçeğin güvenirliğini kestirmek için, öncelikle, Cronbach tarafından geliştirilmiş olan ve kendi adıyla anılan α katsayısının kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Birbiriyle yüksek ilişki gösteren maddelerden oluşan ölçeklerin α katsayısı yüksek olur. Cronbach α katsayısı, ölçek içinde bulunan maddelerin iç tutarlığının (homojenliğinin) bir ölçüsüdür. Ölçeğin α katsayısı ne kadar yüksek olursa bu ölçekte bulunan maddelerin o ölçüde birbirleriyle tutarlı ve aynı özeliğin öğelerini yoklayan maddelerden oluştuğu şeklinde yorumlanır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çalışmamızda, kullandığımız anket yani örtü altı sebze üreticilerinin bilgi ve uygulama düzeyi tespit ölçeğinin güvenilirliğini ölçmek için Chronbach α (Güvenilirlik) katsayısı;

(madde sayısı/madde sayısı-1)/(1-varyanslar toplamı/toplam varyans) formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Kullandığımız anketin güvenilir olması için Chronbach α katsayısının 0,60'den büyük olması gerekmektedir.

Üreticilerin, cinsiyet, yaş grubu, eğitim (mezuniyet) durumu, üretim yapılan ilçe, aile geçimini sadece tarımsal faaliyetlerden sağlayıp sağlayamama, seracılık süresi, üretim alanı büyüklüğü, üretim faaliyeti ile ilgili herhangi bir eğitim alıp almama durumları ile bilgi düzeyleri ve uygulama davranışları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığına yönelik olarak ikili durumların karşılaştırılmasında t-test, çoklu durumların karşılaştırılmasında ANOVA (varyans analizleri) ve anlamlı Post-hoc analizler yapılmıştır. Verilerin tasnifi ve analizinde Microsoft Office Excel ile SPSS programlarından yararlanılmıştır. Verilerin sunumu frekans ve yüzde (%) olarak sunulmuştur.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Üreticilerin kişisel bilgilerine ilişkin veriler Çizelge 1'de sunulmuştur. Çizelge 1'e göre üreticilerin; %5,63'inin 21-30 yaş, %22,50'sinin 31-40 yaş, %38,75'inin 41-50 yaş, %25,00'inin 51-60 yaş, %8,13'ünün 61 ve üzeri yaş grubunda olduğu; %75,63'ünün erkek, %24,37'sinin kadın olduğu; %33,13'ünün ilkokul, %25,63'ünün ortaokul, %25,00'inin lise, %7,50'sinin ön lisans ve %8,75'inin lisans mezunu olduğu; %61,88'inin aile geçiminin sadece tarımsal faaliyetlerden sağlandığı tespit edilmiştir.

Çizelge 1: Üreticilerin Kişisel Bilgileri ile Dağılımları

1-Üretim İlçesi	**(n)**	**(%)**	**3-Cinsiyet**	**(n)**	**(%)**
Beykoz	23	14,38	Erkek	121	75,63
Pendik	61	38,13	Kadın	39	24,38
Şile	40	25,00	**4- Eğitim Durumu**		
Tuzla	19	11,88	İlkokul	53	33,13
Diğer	17	10,63	Ortaokul	41	25,63
2-Yaş Aralığı			Lise	40	25,00
21-30	9	5,63	Ön lisans	12	7,50
31-40	36	22,50	Lisans	14	8,75
41-50	62	38,75	**5-Aile geçimini sadece tarımsal faaliyetlerden sağlama**		
51-60	40	25,00	Evet	99	61,88
61'den büyük	13	8,13	Hayır	61	38,13

Üreticilerin örtü altı üretim bilgileri ve dağılımları Çizelge 2'de sunulmuştur. Seracılık yapılan arazilerin mülkiyetinin %66,25 oranında üreticilere ait olduğu; seracılık süresi olarak üreticilerin %9,38'inin 5 yıldan az, %21,88'inin 5-10 yıl, %21,88'inin 10-15 yıl, 17,50'sinin 16-20 yıl, %16,88'inin 21-30 yıl, %12,50'sinin 31 yıl ve üzeri tecrübeleri olduğu; %56,25'inin üretim alanının 0-5 da aralığında olduğu; %97,50 oranla seraların plastik yüksel tünel tipinde olduğu; %63,13'ünün dikimini yaptığı fideleri kendileri de yetiştirmekle birlikte bayiden aşılı fide aldığı; gerekli iş gücü olarak üreticilerin %96,25'inin kendisi ve aile üyeleri ile birlikte yaptığı; %51,88'inin üretim faaliyeti ile ilgili eğitim/kurs aldığı; %28,75'inin hiç toprak analizi yaptırmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 2: Örtü Altı Üretim Bilgileri ile Dağılımları

1-Sera arazilerinin mülkiyeti*	**(n)**	**(%)**	**6-İşgücü temini***	**(n)**	**(%)**
Mülk sahibi	106	66,25	Kendi ve aile üyeleri ile yapma	154	96,25
Kiralık	51	31,88	Yevmiye ile günlük çalışanlar yapıyor	50	31,25
Akrabaların bedelsiz kullanma	40	25,00	Akraba/Komşu yardım ediyor	28	17,50
Hazine/Orman arazisi	17	10,63	Sürekli çalışan işçiler var	17	10,63
2-Seracılık süresi			Yabancı uyruklu çalışanlar var	12	7,50
5 yıldan az	15	9,38	Ortaklarımdan sağlıyor	3	1,88

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

5-10 yıldır	35	21,88	**7-Ürünlerin satış yeri***		
11-15 yıldır	35	21,88	Pazarda satıyor/Pazara gönderiyor	118	73,75
16-20 yıl	28	17,50	Üretim alanının yakınında satıyor	59	36,88
21-30 yıl	27	16,88	Sebze Haline gönderiyor	24	15,00
31 yıldan çok	20	12,50	Anlaşmalı firmalara üretiyor	8	5,00
3-Sera alanı			Tüccarlara veriyor	5	3,13
1 dekardan az	2	1,25	**8-Üretim faaliyeti ile ilgili eğitim/kurs alma**		
1-3 dekar	48	30,00	Evet	83	51,88
3-5 dekar	40	25,00	Hayır	77	48,13
5-10 dekar	43	26,88	**9-Toprak tahlili/analizi yaptırma**		
10 dekardan fazla	27	16,88	Daha önceden yaptırmış	98	61,25
4-Sera tipi			Hiç yaptırmamış	46	28,75
Plastik yüksek tünel	156	97,50	Her yıl düzenli yaptırır	16	10,00
İklim Kontrollü sera	2	1,25	**10-İlaç masraflarının toplam maaliyete oranı**		
Plastik alçak tünel	2	1,25	%5'ten az	25	15,63
5- Fidelerin temin yeri*			%5-10 arası	47	29,38
Tohumdan yetiştirme	108	67,50	%10-20 arası	52	32,50
Bayiden aşılı fide alma	101	63,13	%20-30 arası	26	16,25
Belediyeden ücretsiz temin etme	75	46,88	%30'dan fazla	10	6,25
İl/İlçe Tarımdan ücretsiz temin etme	44	27,50	**11-Sulama Suyu Temini***		
Komşulardan/akrabalarımdan temin etme	23	14,38	Dereden/gölden	101	63,13
Fide kullanmıyor	8	5,00	Kuyu/artezyen suyu	48	30,00
Fide firmalarına sipariş ile temin	4	2,50	Baraj	11	6,88
			Diğer	4	2,50

*Birden fazla seçenek cevaplandığı için toplam değer %100'den fazladır.

Üreticilerin, örtü altında yetiştirdikleri ürünlere ait alan aralıkları ve oranları Çizelge 3'te sunulmuştur. Çizelge 3'e göre tüm üreticilerin %81,88'i domates, %76,88'i biber, %68,75'i patlıcan, %58,75'i hıyar/salatalık, %54,38'i marul/kıvırcık, %48,75'inin lahana (kara yaprak) üretimi yaptığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3: Üreticilerce Yetiştirilen Ürünler ve Alan Aralıkları

Ürün/Yetiştirme Alanı	1 da<	1-3 da	3-5 da	5-10 da	>10 da	%*
Domates	41	84	2	3	1	81,88
Biber	60	61	2	0	0	76,88
Patlıcan	55	49	1	4	1	68,75
Hıyar/Salatalık	44	48	1	0	1	58,75
Kıvırcık/Marul	36	41	8	2	0	54,38
Lahana (Kara Yaprak)	35	30	10	3	0	48,75
Maydanoz	22	10	2	0	0	21,25
Nane	14	8	1	0	0	14,38
Pazı	29	13	2	2	0	28,75
Fesleğen/Reyhan	10	6	1	0	0	10,63
Taze Fasulye	29	12	0	1	0	26,25
Taze Soğan	16	5	0	1	0	13,75
Diğer	33	6	1	0	0	1,25

*Ürün yetiştiren üreticilerin oranı

Üreticilerin Temel Mücadele Verileri ve Uygulamaları Çizelge 4'te sunulmuştur. Çizelge 4'e göre tüm üreticilerin üretim alanında en çok görülen **zararlılar,** sırasıyla Domates Güvesi (%80,63), Tripler (%77,50), Salyangoz/Sümüklü Böcek (%55,63), Beyaz Sinek (%51,25), Kırmızı Örümcekler (%50), Yeşilkurt (%43,75), Lahana Kelebeği (%43,13), Yaprak Biti (%32,50), Kök-Ur Nematodları (%28,13), Pamuk Yaprak Kurdu (%18,13), Yaprak Galeri Sineği (%16,88), Bozkurt (%15,63), Toprak Pireleri (%4,38) ile Danaburnu (%4,38) olduğu; **hastalıklar**, sırasıyla Domates Mildiyösü (68,75), Kök Çürüklükleri (%68,13), Yaprak Lekesi Hastalıkları (%66,88), Erken Yaprak Yanıklığı (%56,88), Çökerten/Fide Çürüklüğü (%48,13), Solgunluk Hastalıkları (%38,13), Beyaz Çürüklük (%35,00), Patlıcangillerde Külleme (%31,88), Kabakgillerde Külleme (%31,25), Kabakgillerde Mildiyö (%26,25), Kurşuni Küf (%19,38), Virüs Hastalıkları (%13,75), Bakteriyel Hastalıklar (%11,88), Beyaz Pas (%6,88), Marul Mildiyösü (%5,00) ve Domates Yaprak Küfü (%3,13) olduğu, **yabancı otlar,** sırasıyla Semizotu (%50,00), Ayrık (%40,63), Darıcan (%27,50), Sarmaşık (%26,25), Canavar Otu (%14,38), Sirken (%14,38), Kanyaş (%13,75), Topalak (%11,25), Yapışkan Ot (%9,38) ve

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Isırgan Otu (%5,63) olarak ifade edilmiştir. Üreticilerin üretim alanında bulunan hastalık, zararlı ve yabancı otları doğru olarak tanıması ve teşhis etmesi beklenmemekle birlikte, bu hususta bilgi ve beyanları esas alınmıştır. Yine birçok hastalığın doğrudan ve dolaylı olarak semptomları farklılık göstermektedir. Birçok hastalık etmeni solgunluk, yaprak lekesi, kök problemleri gibi semptomlara sebep olmaktadır. Bu semptomların etmene göre sınıflandırılması üretici açısından pratikte mümkün olmamakla birlikte, üreticinin hastalıkları ve zararlıları tanıması açısından bilgi düzeyi hakkında tarafımıza bilgi verebilmektedir.

Çizelge:4 Temel Mücadele Verileri ve Uygulamaları

1-Üretim alanında görülen zararlılar*	**(n)**	**(%)**	**4-En çok kullanılan tarım ilacı grubu**	**(n)**	**(%)**
Domates Güvesi	129	80,63	Böcek İlaçları	66	41,25
Tripsler	124	77,50	Mantar İlaçları	61	38,13
Salyangoz/Sümüklü Böcek	89	55,63	Sümüklü böcek, salyangoz ilaçları	23	14,38
Beyaz Sinek	82	51,25	Kırmızı örümcek ilaçları	10	6,25
Kırmızı Örümcekler	80	50,00	**5-İlaçları atma aleti/yöntemi**		
Yeşilkurt	70	43,75	Motorlu Pülverizatör	106	66,25
Lahana Kelebeği	69	43,13	Sırt pompası	41	25,63
Yaprak Biti	52	32,50	Elle (Zehirli Yem)	13	8,13
Kök-ur Nematodları	45	28,13	**6-İlaçlama yapma vakti**		
Pamuk Yaprak Kurdu	29	18,13	Akşam üzeri serinliğinde	88	55,00
Yaprak Galeri Sineği	27	16,88	Vakit gözetmem boş zamanımda atarım	44	27,50
Bozkurt	25	15,63	Sabah serin saatlerde	21	13,13
Toprak Pireleri	7	4,38	Gündüz güneşli saatlerde	7	4,38
Danaburnu	7	4,38	**7-İlaçlama yapmada hedef**		
2-Üretim alanında görülen hastalıklar*			Hastalık ve zararlıların bitkilere zarar vermesine engel olmak.	73	45,63
Domates Mildiyösü	110	68,75	Hastalık ve zararlıları tamamen ortadan kaldırmak.	50	31,25
Kök Çürüklükleri	109	68,13	Bitkileri kuvvetlendirmek, Bitkileri dayanıklı hale getirmek	32	20,00
Yaprak Lekesi Hastalıkları	107	66,88	Hastalık ve zararlıları ekonomik zarar eşiği/seviyesi altında tutmak.	4	2,50
Erken Yaprak Yanıklığı	91	56,88	Bitkilerin hızlı büyümesini sağlamak	1	0,63
Çökerten, Fide Çürüklüğü	77	48,13	**8-İlaçları alma/seçme etkeni***		
Solgunluk Hastalıkları	61	38,13	Etkisi	148	92,50
Beyaz Çürüklük	56	35,00	Tavsiyeler	112	70,00
Patlıcangillerde Külleme	51	31,88	Ruhsatlı olması	68	42,50
Kabakgillerde Külleme	50	31,25	Kolay bulunması	64	40,00
Kabakgillerde Mildiyö	42	26,25	Alışılan/bilinen ilaç olması	55	34,38
Kurşuni Küf	31	19,38	Fiyatı	43	26,88
Virüs Hastalıkları	22	13,75	Yaygın kullanılması	40	25,00
Bakteriyel Hastalıklar	19	11,88	Çevreye ve insanlara zararı düşük olması	28	17,50
Beyaz Pas	11	6,88	Bekleme süresinin az olması	26	16,25
Marul Mildiyösü	8	5,00	Markası	18	11,25
Domates Yaprak Küfü	5	3,13	Kalıntı bırakmaması	14	8,75
3-Üretim alanında görülen yabancı otlar*			**9-Kalıntı Sebebi***		
Semizotu	80	50,00	Bekleme süresine uymama	94	58,75
Ayrık	65	40,63	Aşırı doz kullanma	93	58,13
Darıcan	44	27,50	Tavsiye dışı kullanma	76	47,50
Sarmaşık	42	26,25	Reçetesiz kullanma	71	44,38
Canavar otu	23	14,38	Uygun olmayan bitkide kullanma	57	35,63
Sirken	23	14,38	Uygun olmayan aletle/yöntemle atma	28	17,50
Kanyaş	22	13,75	İlaçları karıştırarak atma	26	16,25
Topalak	18	11,25	Soğuk havada ilaçlama yapma	22	13,75
Yapışkan ot	15	9,38	Yanlış vakitte/mevsimde/dönemde uygulama	22	13,75
Isırgan otu	9	5,63	İlaçlama pompasının arızalı olması	20	12,50
			İlaçlar kalıntı bırakmaz	20	12,50
			Kalıntı ile ilgili bilgim yok	8	5,00

*Birden fazla seçenek cevaplandığı için toplam değer %100'den fazladır.

Üreticilerin en çok kullandığı tarım ilacı grubu %41,25 ile böcek ilaçları olduğu, ilaçların %66,25 ile motorlu pülverizatör ile atıldığı; ilaçlamanın en çok akşamüzeri serinliğinde (%55,00) yapıldığı, ilaçlama yapmadaki hedef olarak *"Hastalık ve zararlıların bitkilere zarar vermesine engel olmak"* seçeneğinin en fazla (%45,63) olduğu, ilaçların en çok *"Etkisine (%92,50), Tavsiyelere (%70,00) ve Ruhsatlı olmasına (%42,50)"*na göre seçildiği,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

kalıntı sebebi olarak *"Bekleme süresine uymama (%58,75), Aşırı doz kullanma (%58,13), Tavsiye dışı kullanma (%47,50)"* maddelerinin seçildiği tespit edilmiştir.

Mücadele uygulamaları ve sıklıkları Çizelge 5'te belirtilmiş olup, üreticilerin %25,63'ünün bitki koruma ürünlerini her zaman reçeteli aldığı ve uyguladığı, %13,75'inin her zaman ilaç etiketini okuduğu ve özel işaret ve uyarılara dikkat ettiği, %80'inin ilaçlamadan önce ekonomik zarar eşiği ve ekonomik seviyesi değerini hiç dikkate almadığı, %33,75'inin son ilaçlama ile hasat arasında geçmesi gereken bekleme süresine her zaman uyduğu, %48,75'inin olgunlaşan, ancak bekleme süresi geçmeyen ürünleri hiç yemediği, %32,50'nin ilaçları hiç karıştırmadığı/karıştırmadan attığı, %5,63'ünün her zaman kalibrasyon yaptığı, %23,75'inin her zaman koruyucu elbise ve ekipman kullandığı, %41,88'inin ilaçlama sonrası her zaman vücudunu temizlediği, %23,13'ünün ilaçlama sonrası her zaman kıyafetlerini değiştirdiği belirlenmiştir.

Çizelge 5: Mücadele Uygulamaları ve Uygulama Sıklıkları

Mücadele Uygulaması/Uygulama Sıklığı	Çoğu/Her zaman		Bazen/Bazı		Hiç/Hayır	
	n	%	n	%	n	%
1-Fideleri ilaçlı suya bandırma	64	40,00	54	33,75	42	26,25
2-Hastalık/zararlı durum takibi yapma	91	56,88	65	40,63	4	2,50
3-Tarım ilaçlarını reçeteli alma ve kullanmaya dikkat etme	41	25,63	64	40,00	55	34,38
4-Ürünlere ruhsatsız veya tavsiye dışı tarım ilaçları kullanma	17	10,63	105	65,63	38	23,75
5-İlaçlama yapmadan önce Uzmana/Ziraat Mühendisine danışma	44	27,50	79	49,38	37	23,13
6-İlaç etiketini okuma	22	13,75	122	76,25	16	10,00
7-İlaç etiketindeki özel işaret ve uyarılara dikkat etme	22	13,75	122	76,25	16	10,00
8-İlaçlamadan önce ekonomik zarar eşiği ve ekonomik seviyesi değerini dikkate alma	4	2,50	28	17,50	128	80,00
9-Son ilaçlama ile bekleme süresine uyma	54	33,75	70	43,75	36	22,50
10-Olgunlaşan, ancak bekleme süresi geçmeyen ürünleri yeme	1	0,63	68	42,50	78	48,75
11-Tarım ilaçlarını birbirleri ile karıştırıp atma	18	11,25	86	53,75	52	32,50
12-İlaçlama öncesi doz ayarlaması (kalibrasyon) yapma	9	5,63	136	85,00	15	9,38
13-İlaçlama yaparken koruyucu elbise ve ekipman (maske, eldiven, çizme, gözlük, siperlik gibi) kullanma	38	23,75	41	25,63	81	50,63
14-İlaçlama sonrası, hemen vücut temizliği (ellerinizi, yüzünüzü, kollarınızı, başınızı sabunlu suyla yıkama, duş alma vs.) yapma	67	41,88	77	48,13	16	10,00
15-İlaçlama sonrası, ilaçlama yapılan kıyafetleri değiştirme	37	23,13	61	38,13	62	38,75
16-İlaçlama sonrasında sırt pompası/ pülverizatörü temizleme	43	26,88	83	51,88	34	21,25
17-Hastalıksız ve zararlısız, temiz ve sağlıklı fide/tohumluk kullanmaya dikkat etme	73	45,63	82	51,25	5	3,13
18-Hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı, toleranslı ve sertifikalı fide ve tohumluk kullanmaya dikkat etme	39	24,38	108	67,50	13	8,13
19-Bitki artıklarını, gömme, yakma, uzaklaştırma gibi işlemleri yapma	70	43,75	62	38,75	28	17,50
20-Sera etrafındaki yabancı otlarla mücadele etme	39	24,38	49	30,63	72	45,00
21-Sıraya dikilen/ekilen ürünlerde malçlama yapma	22	13,75	86	53,75	52	32,50
22-Yazın seralar boşken solarizasyon veya ilaçlı solarizasyon yapma	4	2,50	21	13,13	135	84,38
23-Sera içi sıcaklık ve nem ölçümü veya takibi yapma	15	9,38	73	45,63	72	45,00
24-Seralarda münavebe yapma	101	63,13	35	21,88	24	15,00
25-Dengeli gübreleme yapmaya dikkat etme	120	75,00	11	6,88	29	18,13
26-Sera toprağına iyi yanmış çiftlik gübresi kullanma	96	60,00	58	36,25	6	3,75
27-Serada hastalıklı/kurumuş/solmuş bitkileri söküp uzaklaştırma	81	50,63	66	41,25	13	8,13
28-Seralara sarı-mavi renkli, yapışkan tuzakların asımını yapma	30	18,75	106	66,25	24	15,00
29-Seralara koku (feromon) tuzakların asımını yapma	10	6,25	73	45,63	77	48,13
30-Hastalık bulunan seralarda kullanılan alet ve ekipmanları temiz seralarda kullanmadan önce dezenfekte etme	8	5,00	44	27,50	108	67,50
31-Sera girişlerine sönmemiş kireç koyma	12	7,50	81	50,63	67	41,88
32-Sera girişlerinde çift kapı olması	28	17,50	93	58,13	67	41,88
33-Sera havalandırma açıklıklarında tül olması	24	15,00	65	40,63	71	44,37

Üreticilerin, %45,63'ünün hastalıksız ve zararlısız, temiz ve sağlıklı fide/tohumluk kullanmaya çoğu zaman dikkat ettiği; %24,38'inin hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı, toleranslı ve sertifikalı fide ve tohumluk kullanmaya çoğu zaman dikkat ettiği; %45,00'inin sera etrafındaki yabancı otlarla hiç mücadele etmediği; %43,75'inin sera içindeki bitki atıklarını çoğu zaman bertaraf ettiği; %13,75'inin sıraya dikilen ürünlerde çoğu seralarında malçlama yaptığı; %84,38'inin hiçbir serada solarizasyon yapmadığı; %45,00'inin sera içi sıcaklık ve

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

nem takip ve ölçümünü hiç yapmadığı; %63,13'ünün her üretim sezonunda münavebe yaptığı; %75'inin dengeli gübreleme yapmaya çoğu zaman dikkat ettiği; %60,00'ının her yıl iyi yanmış çiftlik gübresi kullandığı; %18,75'inin her serada sarı-mavi renkli, yapışkan tuzakların asımını yaptığı; sadece %6,25'inin tüm seralarında feromon tuzakları kullandığı; %7,50'sinin nematod mücadelesi için çoğu sera girişlerine sönmemiş kireç koyduğu; %15,00-17,50'sinin her sera girişinde uçucu böcek girişini engelleyici çift kapı kullandığı ve sera havalandırma açıklıklarına tül kullandığı belirlenmiştir.

Çizelge 6: Bitki Koruma Uygulama/Mücadele Bilgileri

Uygulama/Mücadele/Terim Soruları	Evet		Hayır		Bilgim Yok*	
	n	%	n	%	n	%
1-Üretici kayıt defteriniz var mı?	113	70,63	47	29,38		
2-Tarım ilaçlarının, bayiden alınmadan önce üretici kayıt defterine reçete olarak yazdırılması zorunluluğu var mı?	95	59,38	65	40,63		
3-Tarım ilaçlarının bitkilere atılabilmesi için İlçe Tarım Müdürlüğü'nden Bitki Koruma Ürünleri Uygulayıcı Belgesi'nin alınması zorunluluğu var mı?	93	58,13	63	39,38	4	2,50
4-İlçe Tarım'dan Bitki Koruma Ürünleri Uygulayıcı Belgesi aldınız mı?	57	35,63	103	64,38		
5-Ekonomik zarar eşiği ve ekonomik zarar seviyesi terimlerini duydunuz mu?	96	60,00	64	40,00		
6-Ekonomik zarar eşiği ve ekonomik zarar seviyesi hakkında bilginiz var mı?	32	20,00	128	80,00		
7-Kullandığınız tarım ilaçları bitkilerde kalıntı bırakır mı?	131	81,88	20	12,50	9	5,63
8-Tarım ilaçları kalıntısı zararlı mıdır?	83	51,88	13	8,13	64	40,00
9-Bakırlı ve Kükürtlü ilaçlar bitkilerde kalıntı bırakır mı?	69	43,13	70	43,75	21	13,13
10-Son ilaçlama ile hasat arasında geçmesi gereken bir bekleme süresi var mıdır?	127	79,38	5	3,13	28	17,50
11-Daha önce ilaç kalıntısı sebebiyle yaptırıma maruz kaldınız mı?	28	17,50	132	82,50		
12-Tarım ilaçları karıştırıldığında etkinliği azalır mı?	52	32,50	104	65,00	4	2,50
13-Tarım ilaçları bitkilerde kullanıldığında, yanma, kuruma, solma vs. gibi istenmeyen yan etkileri (Fitotoksisite) olabilir mi?	110	68,75	47	29,38	3	1,88
14-İlaçlanacak alana harcanan su/ilaç miktarını hesaplamak için doz ayarlaması (kalibrasyon) yapılması gerektiği konusunda bilginiz var mı?	146	91,25	14	8,75		
15-Hastalık ve zararlılarda, ilaçlara karşı dayanıklılık oluşur mu?	89	55,63	6	3,75	65	40,63
16-Rüzgârlı havalar, ilaçlama etkinliğini olumsuz etkiler mi?	104	65,00	2	1,25	54	33,75
17-İlaçlama yaparken koruyucu elbise ve ekipman kullanmanız gerekir mi?	152	95,00	8	5,00		
18-laçlama yaparken bir şeyler yiyip içer misiniz?	10	6,25	150	93,75		
19-İlaçlama yaparken veya serada çalışırken sigara içer misiniz?	69	43,13	91	56,88		
20-laçlama sonrası serada hemen çalışmaya başlar mısınız?	24	15,00	136	85,00		
21-Sera içinde ve dışında kalan bitki artıkları, hastalık ve zararlı kaynağı olur mu?	115	71,88	2	1,25	43	26,88
22-Sera etrafındaki yabancı otlar hastalık ve zararlı kaynağı olur mu	86	53,75	1	0,63	73	45,63
23-Toprak kökenli hastalık ve zararlılarla mücadele için, yazın seralar boşken solarizasyon veya ilaçlı solarizasyon yapmak etkili bir yöntem midir?	33	20,63	9	5,63	118	73,75
24-Taban suyunun yüksek olmasının veya toprak drenajının yetersiz olmasının, bitkilerde kök hastalıklarına sebep olur mu?	97	60,63	42	26,25	21	13,13
25-Sera içi sıcaklık ve nemin artması hastalıklara neden olur mu/hastalıkları arttırır mı?	85	53,13	65	40,63	10	6,25
26-Münavebe'nin hastalık ve zararlılara etkisi var mıdır?	91	56,88	30	18,75	39	24,38
27-Dengeli gübreleme yapılmasının, bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığına etkisi var mıdır?	120	75,00	20	12,50	20	12,50
28-İyi yanmış çiftlik gübresinin, bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığına etkisi var mıdır?	149	93,13	0	0,00	11	6,88
29-Beyaz sinek, Trips, Yaprak biti gibi uçucu böceklerle mücadelede sarı-mavi renkli, yapışkan tuzakları etkili midir?	136	85,00	8	5,00	16	10,00
30-Domates güvesi, yeşil kurt, lahana kelebeği gibi kelebek/güve gibi böceklerle mücadelede koku (feromon) tuzakları etkili midir?	88	55,00	3	1,88	69	43,13
31-Hastalık bulunan serada kullandığınız alet ve ekipmanları, hastalıksız/temiz seralarda kullandığınızda buralara da hastalık bulaştırır mı?	52	32,50	0	0,00	108	67,50
32-Nematodlarla mücadele için sera girişlerine sönmemiş kireç koyma uygulaması hakkında bilginiz var mı?	104	65,00	56	35,00		
33-Entegre mücadele yöntemleri ile ilgili bilginiz var mı?	34	21,25	126	78,75		
34-Biyolojik mücadele yöntemleri ile ilgili bilginiz var mı?	58	36,25	102	63,75		

* Boş değerlerde bu cevap seçeneği yok

Çizelge 6'da üreticilerin Bitki Koruma Uygulama Uygulama/Mücadele Bilgileri 'ne yönelik sorulara verilen cevap sayıları ve yüzdeleri (%) verilmiştir. Üreticilerin %70,63'ünün Üretici Kayıt Defteri olduğu; %59,38'inin Reçete Kullanma Zorunluluğu olduğunu bildiği; %58,13'ünün Bitki Koruma Ürünleri Uygulayıcı Belgesi alma zorunluluğu olduğunu bildiği; %35,63'ünün bu belgeyi aldığı; sadece %20'sinin Ekonomik Zarar Eşiği ve Seviyesi hakkında bilgi sahibi olduğu; %81,88'inin tarım ilaçlarının kalıntı bıraktığını bildiği; %51,88'inin tarım

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ilaçlarının zararlı olduğunu bildiği; %43,75'inin Bakırlı ve Kükürtlü ilaçların kalıntı bırakmadığını bildiği; %79,38'inin son ilaçlama ile hasat arasında geçmesi gereken bekleme süresinin olduğunu bildiği; %17,50 (28)'sinin kalıntı sebebiyle para cezası, hasat geciktirme, imha gibi yaptırımlara maruz kaldığı; %65,00'inin tarım ilaçlarının karıştırılınca etkinliğinin değişmeyeceğini iddia ettiği; %68,75'inin ilaçlar kullanıldıktan sonra Fitotoksisite'nin olabileceğini bildiği; %91,25'inin kalibrasyon (ilaç-su-doz ayarlaması) yapılması gerektiğini bildiği; %55,63'ünün hastalık ve zararlıların ilaçlara dayanıklılık kazanabileceğini bildiği; %65,00'inin rüzgârlı havaların ilaç etkinliğini değiştirdiğini bildiği; %95'inin ilaçlama yaparken koruyucu elbise ve ekipman kullanılması gerektiğini bildiği; %36,25'inin biyolojik mücadele hakkında haberi olduğu belirlenmiştir.

Üreticilerin, pestisitlerin çevreye ve sağlığa etkileri konusunda bilgilerin araştırılmasına yönelik sorular ve cevapları Çizelge 7'de sunulmuştur. Tarım ilaçlarının bal arılarına zarar vereceği %56,88; balık ve su canlılarına zarar vereceği %48,75; kuşlara zarar vereceği %43,75; faydalı canlılara zarar vereceği %53,13; toprakta kalıntı bırakacağı %48,75; yer altı su kaynaklarında kirlilik oluşturacağı %45,63; yer üstü su kaynaklarında kirlilik oluşturacağı %47,50; zehirlenmelere neden olacağı%92,50; solunum problemlerine sebep olacağı %85,63; gözlerde ve deride tahrişe sebep olacağı %80,63; kansere sebep olacağı %63,13; ölüme sebep olacağı %58,13 oranında evet seçeneği işaretlenmiştir.

Çizelge 7: Pestisitlerin Çevreye ve Sağlığa Etkileri

Sorular	Evet		Hayır		Bilgim Yok	
	n	%	n	%	n	%
1-Tarım ilaçları, bal arılarına zarar verir mi?	91	56,88	6	3,75	63	39,38
2-Tarım ilaçları, balık ve su canlılarına zarar verir mi?	78	48,75	24	15,00	58	36,25
3-Tarım ilaçları, kuşlara zarar verir mi?	70	43,75	35	21,88	55	34,38
4-Tarım ilaçları, faydalı böceklere ve mikroorganizmalara zarar verir mi?	85	53,13	16	10,00	59	36,88
5-Tarım ilaçları, toprakta kalıntı bırakır mı?	78	48,75	17	10,63	65	40,63
6-Tarım ilaçları, yer altı sularına karışarak kirlilik oluşturur mu?	73	45,63	19	11,88	68	42,50
7-Tarım ilaçları, akarsu, dere, baraj ve göllerde kirlilik oluşturur mu?	76	47,50	24	15,00	60	37,50
8-Tarım ilaçları, insanları zehirler mi? Zehirlenmelere sebep olur mu?	148	92,50	1	0,63	11	6,88
9-Tarım ilaçları, solunum problemlerine (nefes darlığı gibi) sebep olur mu?	137	85,63	0	0,00	23	14,38
10-Tarım ilaçları, gözlerde ve deride kızarıklık/tahrişe sebep olur mu?	129	80,63	1	0,63	30	18,75
11-Tarım ilaçları, kansere sebep olabilir mi?	101	63,13	4	2,50	55	34,38
12-Tarım ilaçları zehirlenmesi, ölüme sebep olabilir mi?	93	58,13	4	2,50	63	39,38

Üreticilerin anket formunda belirtilen sorulara verdikleri cevaplar puanlanarak her üreticilerin aldığı puan tespit edilmiş ve Görsel 1'de sunulmuştur. Anket sonucu alınan en düşük puan 19; en yüksek puan 122'dir. Ortalama puan değeri 67,52'dir. Üreticilerin aldıkları puanların normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov sınaması yapılarak kontrol edilmiş, puanların normal dağılım aralığında olduğu tespit edilmiştir. Anket (ölçek) Chronbach α (Güvenilirlik) katsayısı formülü kullanılarak 0,95 olarak hesaplanmış olup bu değer kullandığımız ölçeğin yüksek güvenilirlikte olduğunu göstermiştir. Üreticilerin bilgi ve uygulama düzeyi puanları k-ortalamalar kümeleme yöntemine göre 3 (üç) gruba ayrılmıştır. Üreticilerin 44 (%27,5)'ünün düşük; 57 (%35,63)'sinin orta, 59 (%36,87)'unun ise yüksek bilgi ve uygulama düzeyine sahip oldukları tespit edilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 1: Üreticilerin Aldığı Puan Dağılım

Cinsiyetler arasında puan alınan puan değeri ile ilgili istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı t-test ile karşılaştırılmış, $p>0,05$ olduğundan cinsiyetler arasında bilgi ve uygulama düzeyleri açısından fark olmadığı görülmüştür.

Üretim faaliyeti ile ilgili eğitim alıp almama durumu da t-test ile karşılaştırılmış, $p<0,05$ olduğundan üretim faaliyeti ile ilgili eğitim alma durumu ile almama durumu arasında bilgi ve uygulama düzeyleri açısından fark olduğu, eğitim alanların bilgi düzeylerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Aile geçiminin sadece tarımsal faaliyetlerden sağlayıp sağlama durumu t-test ile karşılaştırılmış, $p>0,05$ olduğundan aile geçiminin sadece tarımsal faaliyetlerden sağlayıp sağlama durumu bilgi ve uygulama düzeyleri açısından fark olmadığı görülmüştür.

Yaş aralık grupları ile bilgi ve uygulama düzeyleri açısından fark olup olmadığı Varyans Analizleri (ANOVA) ile yapılmış, $p<0,05$'olduğundan yaş aralık grupları arasında bilgi düzeyleri açısından fark olduğu görülmüş, yapılan post-hoc analizleri ile (Bonferrroni α katsayısı) karşılaştırılmış, yaş aralığı 21-30 olanların 41-50 yaş aralığında olanlardan; yaş aralığı 31-40 olanların, 41-50 ve 51-60 yaş aralığında olanlardan bilgi ve uygulama düzeyi daha yüksek olarak bulunmuştur.

Eğitim durumu ile bilgi ve uygulama düzeyleri açısından fark olup olmadığı Varyans Analizleri (ANOVA) ile yapılmış, $p<0,05$'olduğundan eğitim durumu arasında bilgi düzeyleri açısından fark olduğu görülmüş, yapılan post-hoc analizleri ile karşılaştırılmış, eğitim durumu lisans olanların bilgi ve uygulama düzeyleri, eğitim durumu ilkokul, ortaokul ve lise olanlara göre daha yüksek bulunmuştur.

Seracılık tecrübesi ile bilgi ve uygulama düzeyleri açısından fark olup olmadığı Varyans Analizleri (ANOVA) ile yapılmış, $p<0,05$'olduğundan seracılık tecrübe süreleri arasında bilgi düzeyleri açısından fark olduğu görülmüş, yapılan post-hoc analizleri ile karşılaştırılmış, 5-10 yıl olanların bilgi ve uygulama düzeyleri, 10-15 ve 15-20 yıl olanlardan daha fazla olduğu, bulunmuştur.

İlçeler arasında bilgi ve uygulama düzeyleri açısından fark olup olmadığı Varyans Analizleri (ANOVA) ile yapılmış, $p>0,05$'olduğundan ilçeler arasında bilgi düzeyleri açısından fark olmadığı görülmüştür.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Üreticilerin bitki koruma uygulamaları bilgi düzeyleri açısından istatistiksel olarak;

1- Cinsiyetler arasında fark yoktur.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2- Aile geçiminin sadece tarımsal faaliyetlerden sağlanıp sağlanmama durumları arasında fark yoktur.

3-Tarımsal üretim konusunda eğitim veya kurs alanların bilgi düzeyleri daha yüksektir.

4- Yaş aralığı 21-30 olanların, 41-50 yaş aralığında olanlardan; Yaş aralığı 31-40 olanların, 41-50 ve 51-60 yaş aralığında olanlardan bilgi düzeyi daha yüksek olarak bulunmuştur.

5- Eğitim durumu lisans olanların bilgi düzeyleri, eğitim durumları ilkokul, ortaokul ve lise olanlara göre daha yüksek olarak bulunmuştur.

6- Seracılık Tecrübesi 5-10 yıl olanların bilgi düzeyleri, 10-15 ve 15-20 yıl olanlardan daha fazla olduğu bulunmuştur.

Üreticilere, tarımsal yetiştiricilik ve bitki koruma uygulamaları konusunda eğitim verilmesi durumunda bilgi düzeylerinin artacağı, kalıntı, fitotoksisite ve fazla ilaç sarfiyatının azalacağı kanaati oluştuğundan ilgili kurum ve meslek kuruluşlarının örtü altı sebze üretimi yapan üreticilere eğitim ve demonstrasyon faaliyetlerinin arttırılması, üreticilerin reçetesiz bitki koruma ürünü temini ve uygulamasının engellenmesi konusunda, kontrollerin sıklaştırılması ve mevzuatın gözden geçirilmesi, üreticilerin kültürel, biyolojik, biyoteknik, fiziksel ve entegre mücadele konusunda bilgilerinin arttırılmasının sağlanması hususlarına dikkat edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Akar, Ö., 2017, Antalya İlinde Üreticilerin Pestisit Kullanımı ve Seçimindeki Eğitim ve Bilgi Düzeyi ile Çevresel Duyarlılıklarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri.

Anonim, 2023a, 2023 Yılı İstanbul İli Seralarının Kimliklendirme Çalışmaları.

Anonim, 2024a, 2023 Yılı Türkiye Örtü Altı Üretim Alanları https://biruni.tuik.gov.tr/medas [Erişim Tarihi: 2 Ekim 2024].

Anonim, 2024b, 2023 Yılı İstanbul İli Tarımsal Üretim Alanı ve Sebze Üretim Alanı https://biruni.tuik.gov.tr/medas [Erişim Tarihi: 2 Ekim 2024].

Anonim, 2024c, 1950-2024 Sıcaklık İstatistikleri 1950-2024 https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=ISTANBUL [Erişim Tarihi: 2 Ekim 2024].

Anonim, 2024d, 2023 Yılı İstanbul İli Nüfusu, https://biruni.tuik.gov.tr/medas [Erişim Tarihi: 2 Ekim 2024].

Anonymous, 2021, Total Population of Türkiye (Türkiye Toplam Nüfusu 2023 https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.ARBL.HA? [Erişim Tarihi:2Ekim 2024].

Anonymous, 2023, Arable Land of Türkiye (Türkiye Ekilebilir Tarımsal Arazi Varlığı) (Hectares) https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL? [Erişim Tarihi: 2 Ekim 2024].

Anonymous, 2024, Land Surface Air Temperatures °C Anomaly 1951-2024, https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps [Erişim Tarihi: 2 Ekim 2024].

Cebeci, Z., Yıldız, F., Kayaalp, G.T., 2015, K-Ortalamalar Kümelemesinde Optimum K Değeri Seçilmesi, *2. Ulusal Yönetim Bilişim Sistemleri Kongresi,* Erzurum, 231-242.

Kahraman, H., 2020, Mersin İlinde Örtü Altı Yetiştiriciliği Yapan Üreticilerin ve İlaç Bayilerinin Zirai Mücadele Konusundaki Tutum ve Davranışları, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Adana.

Kızılaslan, H., ve Kızılaslan N., 2005, Çevre Konularında Kırsal Halkın Bilinç Düzeyi ve Davranışları (Tokat İli Artova İlçesi Örneği), *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 1 (1), 67-89.

Kor, A., Dinler, H., 2022, Muğla İli Örtü Altı Domates Yetiştiriciliğinde Fitopatolojik Uygulamalar ve Üretici Bilincinin Değerlendirilmesi, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,* 19(1), 61-71.

Kutaruk, Ö., 2019, Akdeniz Bölgesinde Örtüaltı Domates Üreticilerinin İlaç Kullanım Alışkanlıklarının Analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Erzurum.

Sevim, Ş., Boyacı, M., Gülmez, M., Ateş, E., Karakaş, U., S., Orak, A., B., 2023, Pestisit Kullanımında Üreticilerin Bilgi Düzeyi: Diyarbakır İli Örneği, *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi,* 10(1).

Taşova, F., 2022, Örtü Altı Domates Yetiştiriciliğinde Bitki Koruma Sorunları, Üreticilerin Mücadele Uygulamaları ve Bilinç Düzeyi: Amasya İli Örneği, Yüksek Lisans Tezi *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat.

Tiryaki, O., Erdil, M., 2020, Manisa İli'nde Çiftçilerin Tarım İlaçları Kullanımı Konusundaki Bilinç Düzeyi ve Duyarlılıklarının Araştırılması, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* 6 (1), 81-92.

Tong, X., Zhang, X., Fensholt, R., Jensen, P.R.D., Li, S., Larsen, M.N., Reiner, F., Tian, F., Brandt, M., 2024. Global area boom for greenhouse cultivation revealed by satellite mapping. *Nature Food*, (5), 513-523.

Ulusay, H., 2018, Aydın İli Domates Üretiminde Bitki Koruma Uygulamalarına Yönelik Üretici ve Zirai İlaç Bayilerinin Tutum ve Davranışlarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Kahramanmaraş.

Uzun, H., 2021, Kocaeli İlinde Fındık Üretimi Yapan Çiftçiler ile Fındıkta Kullanılan Pestisitler Hakkında Bilinç Düzeyinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Bursa.

Yıldız, D., ve Uzunsakal, E., 2018, Alan Araştırmalarında Güvenilirlik Testlerinin Karşılaştırılması ve Tarımsal Veriler Üzerine Bir Uygulama, *Uygulamalı Sosyal Bilimler Dergisi*, 2 (1), 14-28.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

THE IMPACT OF SHEEP WOOL MANURE APPLICATION'S ON SOME ENZYME ACTIVITIES AND CHEMICAL PROPERTIES OF CALCAREOUS SOILS

MASTER'S STUDENT Ömer Faruk ÖZTÜRK

Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Selçuk University

omer.faruk.ozturk42@hotmail.com - 0009-0004-5741-4332

PHD STUDENT Fırat UZUN

Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Selçuk University

firatuzun4225@gmail.com - 0000-0002-5389-0516

PHD STUDENT Mahmoud NAZZAL

Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Selçuk University

mahmutnazzal@gmail.com - 0000-0002-9399-773X

PROF. DR. Ummahan ÇETİN KARACA

Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Selçuk University

ucetin@selcuk.edu.tr - 0000-0003-0691-5503

Corresponding author: Ömer Faruk ÖZTÜRK

E-mail: omer.faruk.ozturk42@hotmail.com

ABSTRACT

The aim of the study was to determine the effects of sheep wool manure supplementation to soil with a calcareous clay loam texture on the biochemical properties of the soil. The research was conducted in a controlled greenhouse in 2019 according to a randomized complete block design with four replications. The soil was fertilized with sheep wool manure at the following rates: (0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 t da^{-1}). Bean plants were cultivated in this medium, and following the harvest, soil samples were collected from the pots for subsequent chemical and biological analysis. The study demonstrated a significant increase in the soil's pH, salinity, organic matter content, potassium, sodium, iron, manganese, and boron. According to the results, the concentrations of the other elements (P, Ca, Mg, Cu, and Zn) didn't increase. Moreover, the effect of sheep wool manure (SWM) application at increasing dosage on some biological characteristics and enzyme activities of soil was statistically significant ($p<0.01$). The fertilizer dose of 2.5 t da^{-1} generally had the highest beneficial effect on certain enzyme activities and soil respiration. We determined that an increase in the dose of sheep wool manure led to a decrease in enzyme activities and soil respiration values.

Key Words: Bean, Enzyme activities, Sheep wool fertilizer, Soil, Soil properties

INTRODUCTION

Türkiye possesses an estimated potential of around 85,000 tons of sheep wool (Anonymous 2023b); however, there is a deficit of research into these leftovers due to their degradability.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

The non-commercial waste wool is a significant issue for sheep breeders, who often dispose of it by burning or landfill disposal (Broda et al. 2023). The textile sector uses 88% of the processed wool, leaving the rest as waste. The economy repurposes the discarded wool into organic wool fertilizer. Concerns about drought events, in which climate change is further intensifying and posing serious challenges to agriculture and the environment, have significantly increased as a result of the rising demand for fertilizers to achieve maximum crop yields. Therefore, in this study, the use of waste SWM in sustainable agriculture was considered to expand the use of waste SWM in agriculture, reduce the cost of fertilizer in economic terms, utilize the waste sheep wool, and improve the soil. Numerous studies have thoroughly investigated the use of manure from sheep wool in soil to enhance plant growth and development, highlighting the beneficial impacts of different wool residues on soil characteristics and fertility (Abdallah et al., 2019; Nustorova et al., 2006; Sharma et al., 2019; Zheljazkov, 2005). Sheep wool is one of the natural and renewable resources widely used in the textile industry for the production of clothing, carpets, socks, and rugs, as well as some uses as fertilizer in agriculture (Allafi et al., 2020). Sheep wool residues improved aggregate stability and macro aggregates, although sheep wool residues had a better effect on soil water movement than on water hold. However, agricultural and agro-industrial residues are the most suitable sources of organic material used to improve soils (Rigby et al., 2015). The use of recycled organic waste as a nutrient source and soil amendment improves soil organic matter content and biological activity. It's also possible to use organic material, such as sheep's wool, as a substitute for organic sources that stimulate the growth of pathogenic plant organisms, thereby minimizing the need for fungicides. The production of high-yielding crops can be increased by improving soil productivity. This can also reduce nutrient contamination of groundwater and surface water (Bujang & Lopez-Real, 1993; Ros et al., 2003). The importance of providing ecologically acceptable nutrient sources through plant nutrition cannot be underestimated, especially considering the biodegradability, nutrient content, and water uptake of wool waste (Zoccola et al., 2015). Sheep wool has been recommended as a raw wool component for fertilizing, especially protein hydrolysates. In addition to the disposed waste, sheep wool waste has proven to be a good source of nitrogen as a fertilizer nutrient for crops (Vončina and Mihelič., 2013). Ordiales et al., (2016) & Maria and Păcurar (2015) used raw wool in the form of pellets to improve soil quality and as fertilizer for tomato and broccoli production. The researchers concluded that wool pellets are a suitable option as an alternative biofertilizer as they provide more profitable tomato and broccoli yields compared to conventional fertilizers. The addition of unwashed and sheared sheep's wool as a source of nutrients for crops and for soil improvement in the field gave positive results in terms of the growth and productivity of mangold (chard) and basil plants. Plants grown with sheep wool as a soil amendment produced 40–142% more yield. Sheep wool hydrolysate can improve plant growth conditions by increasing the soil content of essential elements N, C, and P (Vončina and Mihelič, 2013). The applied hydrolyzed wool also acts as a chelating material for microelements present in the soil, which are essential for plant growth (Evangelou et al., 2008). The hypothesis that sheep waste can be used as a nutrient source or fertilizer in forage crops was suggested; the viable options for recycling sheep waste in agriculture were determined; and the effects of different sheep organic wastes on soil health, crop productivity, and water use were compared. The activities

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

of soil enzymes were 10–30% and 3-20% higher in the waste wool treatment compared to the control and sheep manure, respectively, which significantly improved the fertility status of the soil, and a significant improvement in organic carbon and nitrogen was also observed, which were about 30.8% and 32.6% higher than the control. (Lal et al., 2020). The partial degradation of waste wool by alkaline hydrolysis can produce a slow-release fertilizer. Waste wool also acts as a water-conserving substrate in the agricultural sector, as it can retain a large amount of moisture when used as fertilizer (Mubarak et al., 2009; Kadam et al., 2013). The use of waste wool in tomatoes and peppers increased yields by 30% (Zheljazkov, 2005) and also improved soil salinity and nitrogen content (Gorecki and Gorecki, 2010). Thus, when added to soil, waste wool increases crop yields (Adi and Pacurar, 2015), effectively absorbs and retains soil moisture, and reduces runoff of pollutants such as pesticides. The most important effect of waste wool in the soil was the accumulation of organic carbon and the increase in N concentrations. Although the overall fertility status of the soil was improved by the use of wool wastes such as P, K, Fe, Cu, Zn, and Mn, major improvements were observed in O, C, and N, which were about 30.8% and 32.6% compared to the control. All organic improvers have a significantly positive effect on soil enzymatic activity, and the results were more encouraging in the waste wool treatment and followed a trend of waste wool> wool manure> sheep manure> control. The activities of DHA, FDA, urease, and phosphatase enzymes were 11-27% and 3-7% higher in waste wool treatment than in control and sheep-based fertilizers, respectively, while β-glucosidase activity was 32% and 19% higher with waste wool treatment. (Lal et al., 2020). After a growing season, the soil contains an abundance of easily available mineral compounds and organic, non-decomposed particles that become a rich source of nutrients for the next crop (Kadam et al., 2013). Soil enzyme activities reflect growth effects, soil properties, and pedological changes. They are used as indicators of soil fertility (Shahid et al., 2016). Voncina and Mihelic (2013) and Suruchi et al. (2014) also reported that soil fertility increased with wool waste application due to the addition of ammoniacal nitrogen (NH_4-N) and nitric nitrogen (NO_3-N), which increased total N and improved soil microbial properties. The impact of sheep wool (SW) and hydrolysate (H) on vegetative growth, root development, nutrient concentrations, and sugar quality characteristics of sugar beet plants under both full and deficit fertilization conditions was investigated. No negative effect of the reduced fertilizer treatment on shoot and root development was observed (Taskin, 2024). This study was designed to determine the impact of organic fertilizer prepared from waste sheep wool on the biochemical characteristics and enzyme activities of soil after harvest.

MATERIALS AND METHODS

The study (in 2019) was conducted in a computer-controlled greenhouse according to the experimental design of randomized plots with 4 replications. In this study, 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, and 5.0 t da^{-1} sheep wool manure (SWM) were added to the soils. For the experiment, different concentrations of sheep's wool manure, ranging from 0 to 100 g, were added to pots containing 5 kg of oven-dried soil. We harmoniously combined the fertilizer with the soil. We provided the bean plant with the required nutrients, according to the soil analysis results. We irrigated the plants with pure water according to their requirements throughout the experiment. In the study, bean plants were grown after SWM application. All treatments

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

initially observed bean seed germination. However, 1-2 weeks after germination, the plants in the 80 and 100 g treatments could not tolerate the salinity and died. We continued the study with the remaining application doses and terminated the experiment towards the end of flowering. We measured some growth parameters of the bean plants and presented them at an international congress. After harvesting the bean plant, we collected soil samples from the pots and refrigerated them at +4 ^{o}C for biological analysis. We selected four replicates of soil samples for each treatment. We analyzed the soil samples for some chemical analyses, nutrient contents, and biological analyses. Table 1 shows the general characteristics of the soil.

Table 1. Some of the soil's chemical and physical properties were used in the experiment (Karaca et al., 2023).

Properties		**Value**	**Methods**
Texture		Clay loam	(Bouyocous 1951) and (Demiralay 1977)
pH		7.52	(Richards 1954)
EC	(dS m^{-1})	0.054	(US Salinity Lab. Staff 1954)
O.M.	%	1.58	(Smith and Weldon 1941)
$CaCO_3$		33.8	(Hızalan and Ünal 1966)
N (NH_4 +NO_3)	available (mg kg^{-1})	39.14	(Bremner 1965)
P		14.8	(Olsen et al. 1954)
K		218	(Soltanpour and Workman 1981)
Ca		6132	
Mg		227	
Na		8	
Fe		0.7	(Lindsay and Norvell 1978)
Cu		0.8	
Mn		0.18	
Zn		1.4	
B		0.32	(Richards 1954)
Urease	µg Ng^{-1} dry $soil^{-1}$	10.3	(Hoffmani and Teicher 1961)
Dehidrogenesa	µg TPF g^{-1} dry soil 24 h^{-1}	7.22	(Thalmann 1966)
Alkaline phosphatase	µg p-nitrofenol g^{-1} dry soil h^{-1}	207.17	(Tabatai and Bremner 1970)
Acid phosphatase		42.54	
Arylsulfatase		48.72	
Catalase	ml O_2 g^{-1}	1.27	(Beck 1971)
Basal soil respiration	mg CO_2 100 g^{-1} dry soil 24 h^{-1}	12.72	(Isermayer 1952)

The results of the SWM analysis were provided by the manufacturer (PlantiPell) as shown below. There was a sufficient amount of organic matter and other plant nutrients available, and its pH was 9.10. The salt concentration of the SWM was found to be 7.5 dS m^{-1}. The general properties of SWM are provided in Table 2.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Table 2. The composition of some nutrients and the chemical properties of SWM (Karaca et al., 2023).

Properties	Value	Methods
Organic Matter %	81.10	(Kacar 1994)
Total Nitrojen (N) %	10.50	(Bremmer 1965)
Total Phosphorus ($P_2$05) %	0.55	(Kacar and Kütük 2010)
Total Potassium (K_2O) %	4.2	ICP / AAS
Total Sulfur (S) %	5.80	(Kacar and Kütük 2010)
Total Iron (Fe) %	0.33	ICP / AAS
pH	9.10	pH (1/10 potentiometric)
EC (dS m^{-1})	7.5	EC (1/10 in aqueous solution)

Differences in variables assigned to treatments were analyzed with ANOVA using SPSS 10.0 software for Windows (SPSS Inc., USA).

RESULTS AND DISCUSSION

The chemical properties and nutritional element contents of the soil

Some of the chemical characteristics and nutritional element contents of the soil samples taken after the harvest are given in Table 3. The pH values changed between the application doses and the analysis showed that these changes were statistically significant ($p<0.01$). This suggests that applying waste reduces the pH of the soil. There was an inverse relationship between soil pH and fertilizer dose. According to the methodology of Richards in 1954, the salinity levels of the soil ranged from 0.24 to 1.95 dS m^{-1}, falling into the salt-free, slightly saline, and highly saline ranges of salinity (Richards 1954). As the dose increased, soil salinity values also increased, and this increase was shown to be statistically significant ($p<0.01$). Based on the increasing EC values with increasing dosage, the result indicates that a maximum of one tonne of sheep's wool per hectare can be applied to prevent salinity problems, as it is a soluble salt stock. These changes were observed to be statistically significant ($p<0.01$). The soil has an "extreme" or "severe" lime content (Ulgen and Yurtsever 1974) of 21.62-23.57%. The content of P in the soil samples was moderate and sufficient, ranging from 12.25 to 13.93 mg kg^{-1} (FAO 1990). The differences between the applications were found to be insignificant based on the results of the lime and P analyses. Adding 2.5 t P^{-1} allows the soil to be used for growing a different crop without phosphorus being needed. The K content of the soils ranged from 101 to 1083 mg kg^{-1}, with the values falling into the categories of low, medium, sufficient, and high (FAO 1990). The Ca content varied from 3500 to 4260 mg kg^{-1} and the differences between the doses were statistically significant ($p<0.01$) since they were in the excess range for calcium according to (FAO, 1990). Soil Mg content ranged from 128.06 to 158.59 mg kg^{-1} (FAO 1990). The Na content of the soils under investigation was found to increase with increasing fertilizer doses and ranged from 38.93 to 93.76 mg kg^{-1}; this variation was statistically significant ($p <0.01$). The Fe content of the post-harvest soils ranged from 1.33 to 1.52 mg kg^{-1} and was inadequate, according to Lindsay and Norvell (1978). It was found that the Mn content of the sampled soils ranged from 1.87 to 2.99 mg kg^{-1}, falling off in the middle range (Lindsay and Norvell 1978). Cu contents were found to be adequate (Lindsay and Norvell 1978), ranging from 0.41 to 0.48 mg kg^{-1}. Zn was found to be between 0.38 and 0.51 mg kg^{-1} in each soil.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Boron levels in post-harvest soils varied between 0.60 and 0.68 mg kg^{-1}, which was considered insignificant (FAO 1990) (Table 3). The concentrations of the other elements in the soil (P, Ca, Mg, Cu, and Zn) remained constant when fertilized with SWM, while the soil pH, salinity, O.M. content, K, Na, Fe, Mn, and B increased at different rates. Sheep wool decomposition was shown to improve soil fertility by increasing total soil N, C, and P contents (Govi et al., 1998). It has been observed that increasing soil organic carbon (SOC) generally leads to increased yield (Alagöz and Yılmaz, 2009; Oguntade et al., 2018; Mbarek et al., 2019) and that it can reduce the effects of climate change by preserving CO_2 soil carbon (Williams et al., 2016; Minasny and McBratney, 2018).

Some of the enzyme activities and basal respiration of the soil

The results of the study showed that increasing SWM doses had different effects on urease enzyme activity (UEA), and it was concluded that these differences were statistically significant ($p<0.01$). The range of UEA in soils was found to be 15.33–21.24 µg Ng^{-1} dry $soil^{-1}$. The highest UEA was observed at an application rate of 2.0 t da^{-1}. In the study by Chang et al. (2007), UEA increased significantly with increasing O.M. Antil et al. (2006) investigated the effect of soil moisture, substrate levels, and different organic materials on UEA. They found that adding soil organic matter increased UEA. In agricultural soils, plants use nitrogen more than any other element. Organic matter is the soil's nitrogen source. The nitrogen cycle involves the decomposition of organic compounds added to the soil by organic fertilizers or plant residues by microorganisms, from which nitrogen is extracted and then released back into the atmosphere (Chen et al., 2004). The different fertilizer applications had different effects on the enzyme activity of the soil dehydrogenase (DEA). DEA activity varied from 13.22 to 28.30 µg TPF g^{-1} dry soil 24 h^{-1}. The soil generally had a low level of DEA; the highest DEA was obtained at a dose of 0 t da^{-1} (control application), while the lowest DEA was obtained at the highest dose of 5.0 t da^{-1}. Dehydrogenase activity is a widely used intracellular enzyme for the determination of the microbiological activity of a particular soil and is an indication of the total amount of oxidative activity of the soil microflora (Skujins, 1973; Trevors, 1984; Kızılkaya & Aşkın, 2006; Aşkın & Kızılkaya, 2009). Soil fertility can be assessed by the total population of microorganisms present. The activity of dehydrogenase is often used to study the changes caused by urban wastes and the metabolic functions of soil microorganisms (Pascual et al., 1998; Reddy & Ohkura, 2004). In this study, the decrease in microbial abundance caused by the increase in salinity with increasing doses was thought to be the cause of the decrease in enzyme activity. The activity of the alkaline phosphatase enzyme (ALPEA) in the soil changed as a function of the amount of SWM applied. The highest ALPEA was found at an application rate of 2.5 t da^{-1}, while the lowest ALPEA was obtained at a rate of 0 t da^{-1}. Several studies

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

have shown that there is a relationship between organic matter and the activity of both acid and alkaline phosphatases (Aon & Colaneri, 2001). Tarafdar et al., (1992) suggested that the increase in acid and alkaline phosphatase activity in the rhizosphere was due to root and microbial activity. There are several enzyme-catalyzed activities in the overall biochemical activity of soils. During decomposition, the majority of these enzymes are released by soil microorganisms. They can be found free or bound to organic and inorganic components of soils (Rowell et al., 1973). Petrenko (1973) showed that a higher density of microorganisms in root zones was responsible for higher phosphatase activity. Hedley et al., (1983), in their studies, found that the activity of phosphatase in the root zone increased as root density increased, thus increasing phosphorus requirements. The effects of SWM dosages on acid phosphatase enzyme activity (ACPEA) levels were statistically significant ($p<0.01$). It was found that the highest value of ACPEA was found in the application of 3.0 t da^{-1} of SWM, where the value of ACPEA was 95.42 µg p-nitrophenol g^{-1} dry soil h^{-1} in the soil. The soil contains both acid and alkaline phosphatases (Speir & Ross, 1978). Compared to the soil mixture, these enzymes are more effective in the rhizosphere (Tarafdar & Jungk, 1987). For land plants to tolerate a reduced phosphate supply, they've evolved several morphological and biochemical adaptations. These include acid phosphatases, whose transcriptional activity tends to increase in response to high P stress (Miller et al., 2001; Li et al., 2002). For instance, if there is a signal that the soil is low in phosphate, plant roots would secrete more acid phosphatase to help with the solubilization and remobilization of phosphate, which will change the plant's ability to resist P-stressed conditions (Hayes et al., 1999; Karthikeyan et al., 2002; Versaw & Harrison, 2002). ACPEA are higher in acidic soils, while ALPEA are higher in alkaline soils (Eivazi & Tabatabai, 1977). According to reports, the optimal temperature for soil phosphatases to perform is 37℃, however, the range for activation is 20 to 40 ℃. In addition to pH and temperature, the organic matter content of the soil, humidity, and air are other factors that might affect phosphatase activity. These results lead to seasonal variations in the activity of phosphatase in the soil (Hoffmann, 1967, Tabatabai & Bremner, 1969, Nanmpieri et al., 1988, Doelman et al., 1990). According to fertilizer doses, the study found a wide range of arylsulfatase enzyme activity (ARSEA) in soil samples. The ARSEA in the soil would be significantly affected ($p<0.01$) by increasing doses of SWM. It was found that the soils had ARSEA values between 12.26-22.68 µg p-nitrophenol g^{-1} dry soil h^{-1}. ARSEA was highest with a 2 t da^{-1} application dosage. An extracellular enzyme that participates in the oxidation of sulfur in soil is known as arylsulfatase. It differs from other sulfatases since it is the enzyme that converts O-S bonds into organic S

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

forms, causing their hydrolysis and the formation of SO_4^{-2} as a result. They greatly contribute to soil fertility due to their effect on the soil (Tabatabai, 1982). Bacteria mostly release arylsulfatase into the environment as a response to sulphur reduction (McGill & Colle, 1981). The results of this research show that different fertilizer dosages had different impacts on the catalase enzyme activity (CEA), and it was determined that this difference was statistically significant ($p<0.05$). CEA levels in soil were determined to be between 1.60-3.33 ml O_2 g^{-1}. The highest activity value of catalase in the soil was determined to be 3.33 ml of O_2 g^{-1} in the soil at the dose of 1 ton of SWM. All aerobic and aerotolerant bacteria are known to decompose H_2O_2 into oxygen and water (Liu et al., 2008; Frankenberger & Dick, 1983). The metabolic activity of aerobic organisms may be connected to catalase activity, which has been used as an indicator of soil fertility (Gianfreda & Bollag, 1996; Shiyin et al., 2004; Trasar-Cepeda et al., 2007). The amount of organic carbon decreasing with depth in the soil is correlated significantly with soil catalase activity, which is very stable (Alef & Nannipieri, 1995). The results of this research showed that adding SWM to the soil had different effects on its ability to produce carbon dioxide, and this difference was shown to be statistically significant ($p<0.01$). The soil CO_2 production rates were reported to range from 16.07-23.77 mg CO_2 100 g^{-1} dry soil 24 h^{-1}. The soil fertilized with 2.0 t da^{-1} presented the highest value for carbon dioxide production 21.40 mg CO_2 100 g^{-1} dry soil 24 h^{-1}. The soil's ability to produce CO_2 (basal soil respiration) reduced when sheep wool fertilizer increased. The constant rate of respiration in soil that results from the mineralization of organic materials is known as soil basal respiration (Pell et al., 2006), and is determined using either CO_2 evolution or O_2 absorption (Dilly & Zyakun, 2008). Palla et al. 2022 evaluated the use of two types of sheep wool residues (white wool and black wool) as organic soil regulators and their effects on soil bacterial communities and mycorrhizal symbionts in pot-grown olive trees. They determined that the two types positively affected plant growth without any negative effect on the diversity and composition of soil bacterial communities and the activity of natural arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). Researchers reported that the highest doses of a single type of sheep wool residue (2% black wool) led to a decrease in bacterial diversity and the capacity of natural AMF to colonize olive roots. It has been determined that the fertilizer made from waste sheep wool can be successfully used as organic fertilizer for agriculture in terms of organic matter and nutrient content. At the same time, it have determined by studies that it has no environmental hazards, does not pollute the soil or water, does not degrade the soil structure, and provides protection for biodiversity. The organic matter content of SWM applied in the study is important for the microorganism population in the environment.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

However, enzyme activities in the soil increased up to a certain dose (2.5 t da^{-1}) depending on the increasing fertilizer dose. Although the organic matter content of the media increased as the dose increased, the increased salt concentration may have negatively affected the biological productivity of the soil. For this reason, the high salt content of SWM should not be ignored in the applications.

CONCLUSION

According to the results of a study, it was discovered that the effects of adding various levels of SWM to the soil had a statistically significant ($p<0.01$) effect on the soil's pH, salinity, organic matter, lime, phosphorus, potassium, calcium, sodium, and boron content. On the other hand, it was observed that the effects of the treatments on magnesium, iron, copper, zinc, and manganese were insignificant in terms of content. The different dosages of SWM applied to the soils had different effects on the enzyme activity in the soil, and these differences were shown to be statistically significant ($p<0.01$). In general, the soil enzyme activity analyses revealed differences between fertilizer application dosages. It was shown that the control application has the lowest enzyme activity. It is believed that these changes may be brought on by changes in the way soil microorganisms develop, as well as by decreasing enzyme activity released by the changing microbial population or restricted enzyme production. The values of soil enzyme activity decrease as the level of fertilizers applied increases. In addition to the physical properties and nutrient content of the soil, biological activity ratios also affect soil fertility. It has been presented that soil aeration and moisture visually increased with an increase in the rate of SWM applied to the soil. In the experiment, according to the dosages applied between the two irrigations, it was seen that the roots of the plants remained wet In contrast to the control sample, it was discovered that the formation of the cream layer of the soil reduced based on the dose and that it inflated the soil, thereby improving soil aeration. However, using more SWM caused the soil's salinity to rise, which had an adverse effect on plant growth and several soil biochemical properties.

REFERENCES

Abdallah, A., Ugolini, F., Baronti, S., Maienza, A., Camilli, F., Bonora, L., Martelli, F., Primicerio, J. and Ungaro, F. (2019a) The potential of recycling wool residues as an amendment for enhancing the physical and hydraulic properties of a sandy loam soil. Int J Recycl Org Waste Agric 8(1),131–143. https://doi.org/10.1007/s40093-019-0283-5

Adi, M., and Pacurar, I. (2015). Study on the use sheep wool, in soil and fertilization as the mixture into cubes nutrients. ProEnvironment 8, 290–292.

Alagöz, Z. and Yılmaz, E. (2009). Effects of different sources of organic matter on soil aggregate formation and stability: a laboratory study on a Lithic Rhodoxeralf from Turkey. Soil &Tillage Research, 103,419–424.

Alef, K. and Nannipieri, P. (1995). Catalase activity. In: Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. London: Academic Press. 362–363.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Allafi, F., Hossain, M. S., Lalung, J., Shaah, M., Salehabadi, A., Ahmad, M. I. and Shadi, A. (2022). Advancements in applications of natural wool fiber, Journal of Natural Fibers, 19 (2), 497-512.

Anonymous. 2023b. Turkish Statistical Institute, https:// data. tuik. gov.tr/ Bulten/ Index?p= Hayvansal Uretim Istatistikleri 2022- 49682. Accessed 02 November 2023.

Antil, R.S., Mahata, M.K., Narwal, R.P. (2006). Effect of substrate concentration soil moisture and organic materials on urease activity of soil contaminated with lead. Archives of Agronomy and Soil Science.52(1), 61-68.

Aon, M.A. and Colaneri, A.C. (2001). Temporal and spatial evolution of enzymatic activities and physico-chemical properties in an Agricultural soil. Applied Soil Ecology. 18, 255–270.

Aşkın, T. and Kızılkaya, R. (2009). Soil basal respiration and dehydrogenase activity of aggregates: A study in a toposequence of pasture soils. Zemdirbyste-Agriculture, Vol. 96, No.1, 98–112.

Beck, T.H. (1971). Die Messung derkKatalasen aktivität Von Böden. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 130, 68-81.

Bouyoucos, G.H. (1951). A recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soils. Agronomy Journal, 43, 434-438.

Bremner, J.M. (1965). Total Nitrogen. In: Black CA (eds.), Methods of Soil Analysis. Part-2, American Society of Agronomy Inc, Publisher Madison, Wisconsin, USA 1149- 1178.

Broda, J., A. Gawlowski, M. Rom, and K. Kobiela-Mendrek. 2023. Utilisation of waste wool from mountain sheep as fertiliser in winter wheat cultivation. *Journal of Natural Fibers*. https:// doi.org/ 10. 1080/ 15440 478. 2023. 22000 47.

Bujang, K.B. and Lopez-Real, J.M. (1993). Composting for the treatment of cattle wastes. Compost Science & Utilization 1, 38–40.

Chang, E.H., Chung, R.S., Tsai, Y.H. (2007). Effect of different application rates of organic fertilizer on soil enzyme activity and microbial population. Soil Science and Plant Nutrition, 53(2), 132-140.

Chen, Y., Wang, C., Wang, Z. (2004). Assessment of the contamination and genotoxicity of the soil irrigated with wastewater. Plant and Soil, 261(1),189–196.

Demiralay, İ. (1977). Soil Physics app. Atatürk University Faculty of Agriculture Publications, Erzurum.

Dilly, O. and Zyakun, A. (2008). Priming effect and respiratory quotient in a forest soil ammended with glucose. Geomicrobiology Journal, 5, 425–431.

Doelman, P.L., Haanstra, H., Loonen, H., Vos, A. (1990). Decomposition of alpha-hexachlorocyclohexane and beta-hexachlorocyclohexane in soil under field conditions in a temperate climate. Soil Biology & Biochemistry, 22, 629-639.

Eivazi, F. and Tabatabai, M.A. (1977). Phosphatases in soils. Soil Biology and Biochemistry. Volume 9, Issue 3, pages: 167-172.

Evangelou, M.W., Ebel, M., Koerner, A. and Schaeffer, A. (2008). Hydrolysed wool: A novel chelating agent for metal chelate-assisted phytoextraction from soil. Chemosphere 72 (4):525–31. doi:10.1016/j.chemosphere.2008.03.063.

FAO, (1990). Micronutrient assesment at the country level: an international study. (M. Sillanpa. Ed.). FAO Soils Bulletin No.63: 208p. Published by FAO. Roma, Italy.

Frankenberger, W.T. and Dick, W.A. (1983). Relationships between enzyme activities and microbial growth and activity indices in soil. Soil Science Society of America Journal 47, 945-951.

Gianfreda, L. and Bollag, J.M. (1996). Influence of natural and an-thropogenic factors on enzyme activity in soil. In: Soil Biochemistry (Stotzky G, Bollag J M, eds.). New York: Marcel Dekker. 123–193.

Gorecki, R.S., Gorecki, M.T. (2010). Utilization of waste wool as substrate amendment in pot cultivation of tomato, sweet pepper, and eggplant. Pol. J. Environ. Stud. 19, 1083–1087.

Govi, M., Ciavatta, C., Sitti Gessa, L.C. (1998). Influence of organic fertilizers on soil organic matter: a laboratory study. 16th World Congress of Soil Science. http://natres.psu.ac.th/Link/SoilCongress/bdd/symp 40/974-r.pdf.

Hayes, J.E., Richardson, A.E., Simpson, R.J. (1999). Phytase and acid phosphatases activities in roots of temperate pasture grasses and legumes. Australian Journal of Plant Physiology. 26, 801-809.

Hedley, M.J., Nye, P.H., White, R.E. (1983). Plant-induce changes in the rhizosphere of rape (*Brassica napus* var. Emerald) seedlings. IV. The effect of rhizosphere phosphorus status on the pH, phosphatase activity and depletion of soil phosphorus fractions in the rhizosphere and on the cation-anion balance in the plants. New Phytologist, 95 (1), 69-82.

Hızalan, E. and Ünal, H. (1966). Soil chemical analysis. University of Ankara Agriculture Faculty Publics. 273, Ankara.

Hoffmani, G. and Teicher, K. (1961). Ein kolorimetrisches Verfabren zur Bestimmung der Ureaseaktivitat in Boden. Z. Pflanzenernaehr Dueng. Bodenk. 95, 55-63.

Hoffmann, G. (1967). Eine photometrische methode zur bestimmung der phosphatase-aktivitat in böden. Z Pflanzenernaehr Bodenkd, 118, 161-172.

Isermayer, H. (1952). Eine einpache Methode zur Bestimmung der Pflanzenatmung und der Karbonate in Boden, Z. Pflanzenernähr. Düng, Bodenk. 56, 26–28.

Kacar, B. (1994). Chemical Analysis of Plant and Soil: III Ankara University Faculty of Agriculture Publications. No:3. Ankara.

Kacar, B. and Kütük, C. (2010). Fertilizer analyzes. Nobel Publication. No: 1497, First edition, 382s, Ankara.

Kadam, V.V., Shakyawar, D.B., Sahoo, A. (2013). Role of sheep in water conservation, Climate resilient small ruminant production". In: Sahoo, A., Kumar, Davendra, Naqvi, S.M.K. (Eds.), National Initiative on Climate Resilient Agriculture. NICRA) Publications, pp. 101–106.

Karaca, Ç.U., Chalabee, O.A.H., Saba, M., (2023). The effect of sheep wool fertilizer on some biochemical properties of a clay loam soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis. Vol., 54, No:1, 48-61. https://doi.org/10.1080/00103624.2022.2109662.

Karthikeyan, A.S., Varadarajan, D.K., Mukatira, U.T., D'Urzo, M.P., Damaz, B., Raghothama, K.G. (2002). Regulated Expression of Arabidopsis Phosphate Transporters. Plant Physiology. 130, 221-233.

Kızılkaya, R. and Aşkın, T. (2006). The spatial variability of soil dehydrogenase activity: a survey in urban soils. X. Congress of Croatian Society of Soil Science on Soil Functions in the Environment. June 14-17, 2006. Sibenik, Croatia. Abstract Book (ISBN 953-6135-54-X), p.68.

Lal, B., Sharma, S., Meena, R., Sarkar, S., Sahoo, A., Balai, R. C., Gautam, P. ve Meena, B. (2020). Utilization of byproducts of sheep farming as organic fertilizer for improving soil health and productivity of barley forage, Journal of Environmental Management, 269, 110765.

Lindsay, W.L. and Norvell, W.A. (1978). Development of DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Science Society of America Journal, 42, 421-428.

Li, D., Zhu, H., Liu K., Liu, X., Leggewie, G., Udvardi, M., Wang, D. (2002). Purple Acid Phosphatases of Arabidopsis thaliana. Journal of Biological Chemistry. 277, 27772-27781.

Liu, J., Xie, J., Chu, Y., Sun, C., Chen, C., Wang, Q. (2008). Combined effect of cypermethrin and copper on catalase activity in soil. Journal of Soils and Sediments, 8 (5), 327-332.

Maria, A., and I. Păcurar. (2015). Study on the use sheep wool, in soil and fertilozation as the mixture into cubes nutrients. Proenvironment 8,290-292.

Mbarek, H.B., Mahmoud, I.B., Chaker, R., Rigane, H., Maktouf, S., Arous, A., Soua, N., Khlifi, M. & Gargouri, K. (2019). Change of soil quality based on humic acid with date palm compost incorporation. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 8, 317–324.

Mubarak, A.R., Ragab, O.E., Ali, A.A., Hamed, N.E. (2009). Short-term studies on use of organic amendments for amelioration of a sandy soil. Afr. J. Agric. Res. 4, 621–627.

McGill, W.B. and Colle, C.V. (1981). Comparative aspects of cycling of organic C, N, S and P through soil organic matter. Geoderma, 26, 267-286.

Miller, S.S., Liu, J., Allan, D.L., Menzhuber, C.J., Fedorova, M. & Vance, C.P., (2001). Molecular control of acid phosphatase secretion into the rhizosphere of proteoid roots from phosphorous stressed white Lupin. Plant Physiology. 127, 594-606.

Minasny, B. and Mcbratney, A.B. (2018). Limited effect of organic matter on soil available water capacity. European Journal of Soil Science, 69, 39–47.

Nanmpieri, P., Ceccanti, B., Bianchi, D. (1988). Characterization of humus phosphate complexes extracted from soil. Soil Biology and Biochemistry, 20 (5), 683- 691.

Nustorova, M.D., Braikova, A., Gousterova, E.S., Tonkova, V., Nedkov, P. (2006). Chemical, microbiological and plant analysis of soil fertilized with alkaline hydrolysate of sheep's wool waste. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 22(4), 383–390.

Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A. (1954). Estimation of available phosphorus in soil by extraction by sodium bicarbonate. Circular (United States. Department of Agriculture) no. 939, 19 pages.

Oguntade, O.A., Olagbenro, T.S., Odusanya, O.A., Olagunju, S.O., Adewusi, K.M., Adegoke, A.T. (2018). Assessment of composted kitchen waste and poultry manure amendments on growth, yield and heavy metal uptake by Jute mallow Corchorus olitorius Linn. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 8, 187–195.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Ordiales, E., Gutiérrez, J.I., Zajara, L., Gil, J., Lanzke, M. (2016). Assessment of utilization of sheep wool pellets as organic fertilizer and soil amendment in processing tomato and broccoli. Modern Agricultural Science and Technology. 2 (2), 20–35.

Palla, M., Turrini, A., Cristani, C., Bonora, L., Pellegrini, D., Primicerio, J., Grassi, A., Hilaj, F., Giovannetti, M., Agnolucci, M. 2022. Impact of sheep wool residues as soil amendments on olive beneficial symbionts and bacterial diversity. *Bioresources and Bioprocessing*. 9:45. https://doi.org/10.1186/s40643-022-00534-2

Pascual, J.A., Hernandez, T., Garcia, C., Ayuso, M. (1998). Enzymatic activities in an arid soil amended with urban organic wastes: Laboratory experiment. Bioresource Technology. 64 (2), 131-138.

Pell, M., Stenström, J., Granhall, U. (2006). Soil Respiration. Microbial Methods for Assessing Soil Quality. CAB International, Wallingford, Oxfordshire, U.K.

Petrenko, M.B. (1973). Change in the biochemical properties of bacteria as a result of adaptation to plants. Nauchnye Doki Vyss Shkoly Biol Nauki, 6, 101-106.

Reddy, M.V. and Ohkura, K. (2004). Vermicomposting of rice-straw and its effects on sorghum growth. Tropical Ecology, 45 (2): 327-331. ISSN 0564-3295.

Richards, L.A. (1954). Diagnosis and improvement of saline alkali soils. Agriculture, 160, Handbook 60. US Department of Agriculture, Washington DC.

Rigby, H., Dowding, A., Fernandes, A., Humphries, D., Petch, R.G., Reynolds, C.K., Rose, M.D., Smith, S.R. (2015). Organic contaminant content and physico-chemical characteristics of waste materials recycled in agriculture. Agriculture 5, 1289–1328.

Ros, M., Hernandez, M.T., Garcia, C. (2003). Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amendments. Soil Biology and Biochemistry 35(3), 463–469.

Rowell, M.J., Ladd, J.N., Paul, E.A. (1973). Enzymatically active complexes of proteases and humic and analogues. Soil Biology and Biochemistry. (5), 699-703.

Shahid, M., Shukla, A.K., Bhattacharyya, P., Tripathi, R., Mohanty, S., Kumar, A., Lal, B., Gautam, P., Raja, R., Panda, B.B., Das, B., Nayak, A.K. (2016). Micronutrients (Fe, Mn, Zn and Cu) balance under long-term application of fertilizer and manure in a tropical rice-rice system. J. Soils Sediments. https://doi.org/10.1007/s11368-015- 1272-6.

Shiyin, L., Lixiao, N., Panying, P. Cheng, S., Liansheng, W. (2004). Effects of pesticides and their hydrolysates on catalase activity in soil. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 72, 600–606.

Skujins, J. (1973). Dehydrogenase: An indicator of biological activities in arid soil. Bulletin Ecological Communication (Stockholm) 17, 235-241.

Smith, H.W. and Weldon, M.D. (1941). A comparasion of some methods for the determination of soil organic matter. Soil Science Society of America, Proceedings, 5, 177–182.

Soltanpour, P.N. and Workman, S.M. (1981). Use of inductively coupled plasma spectroscopy for the simultaneous determination of macro and micronutrients in NH_4HCO_3-DTPA extracts of soils. Developments in Atomic Plasma Analysis. In: Barnes R.M. (ed). USA. 673-680.

Speir, T.W. and Ross, D.J. (1978). Soil phosphatase and sulfatase. In: Soil Enzymes. Burns RG (ed.). Academic Press, London, pp. 197- 250.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Suruchi, G., Anshumala, S., Sarika, S., Narindra, B. (2014). Growth, macro and micronutrient concent- ration in clusterbean (*Cyamopsis tetragonoloba*), plant tissue as well as in soil when amended with wool as fertilizer. J. Environ. Res. Dev. 8, 607–613.

Tabatabai, M.A. and Bremner, J.M. (1969). Use of p-nitrophenyl phosphate for assay of soil phosphatase activity. Soil Biology and Biochemistry. 1(4), 301–307.

Tabatabai, M.A. and Bremner, J.M. (1970). Arylsulphatase activity of soils. Soil Science Society America Proceedings. 34, 225–229.

Tabatabai, M.A. (1982). Soil Enzymes, methods of soil analysis, part 2. chemical and microbiological properties. Agronomy Monograph No:9 (2nd ed.) ASA-SSSA. Madison, Wisconsin. USA, p. 903-947.

Tarafdar, J.C. and Jungk, A. (1987). Phosphatase activity in the rhizosphere and its relation to the depletion of soil organic phosphorus. Biology and Fertility of Soils. 3, 199-204.

Tarafdar, J.C., Rao, A.V., Praveen, K. (1992). Effects of different phosphatase-producing fungi on growth and nutrition of mung beans [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] in an arid soil. Biology and Fertility of Soils. 13, 35-38.

Taskin, M.B. 2024. Reducing Mineral Fertilizer Usage: Utilizing Sheep Wool and Alkaline Hydrolysate for Enhanced Sugar Beet Cultivation. Sugar Tech. 26(6):1653–1664. https://doi.org/10.1007/s12355-024-01426-9.

Thalmann, A. (1966). Zur Bestimmung der Dehydrogenaseaktivitat im Boden mittels TTC (Triphenyltetrazoliurnchlorid). Soil Biology No: 6, 46-47.

Trasar-Cepeda, C., Gil-Sotres, F., Leiros, M.C. (2007). Thermo-dynamic parameters of enzymes in grassland soils from Galicia, NW Spain. Soil Biology&Biochemistry, 39, 311–31.

Trevors, J.T. (1984). Dehydrogenase activity in soil. A comparison between the INT and TTC assay. Soil Biology and Biochemistry 16, 673-674.

U.S. Salinity Lab. Staff, (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Goverment Handbook No: 60. Printing Office. Washington.

Ülgen, N. and Yurtsever, N. (1974). Turkey fertilizers and fertilization guide. Soil and Fertilizer Research Institute Directorate, Technical Publications. No:28. Ankara.

Versaw, W.K. and Harrison, M.J. (2002). A Chloroplast Phosphate Transporter, PHT2; 1, Influences Allocation of Phosphate within the Plant and Phosphate-Starvation Responses. Plant Cell, 14, 1751-1766.

Vončina, A. and Mihelič, R. (2013). Sheep wool and leather waste as fertilizers in organic production of asparagus (*Asparagus officinalis* L.). Acta Agriculturae Slovenica 101 (2):191–200. doi:10.2478/acas-2013-0015.

Williams, A., Hunter, M.C., Kammerer, M., Kane, D.A., Jordan, N.R., Mortensen, D.A., Smith, R.G., Snapp, S., Davis, A.S. (2016). Soil water holding capacity mitigates downside risk and volatility in US rainfed maize: Time to invest in soil organic matter? PLoS One 11(8): e0160974.

Zheljazkov, V.D. (2005). Assessment of wool waste and hair waste as soil amendment and nutrient source. J. Environ. Qual. 34 (6), 2310–2317.

Zoccola, M., Montarsolo, A., Mossotti, R., Patrucco, A., Tonin, C. (2015). Green hydrolysis as an emerging technology to turn wool waste into organic nitrogen fertilizer. Waste and Biomass Valorization, 6, 891–897.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Table 3. Effects of increasing shep wool manure dosages on various soil chemical properties and nutritional element contents

Manure Dose (t da^{-1})	pH	EC dS m^{-1}	O.M. %	$CaCO_3$ %	P Available (mg kg^{-1})	K Available (mg kg^{-1})	Ca Available (mg kg^{-1})	Mg Available (mg kg^{-1})	Na Available (mg kg^{-1})	Fe Available (mg kg^{-1})	Cu Available (mg kg^{-1})	Mn Available (mg kg^{-1})	Zn Available (mg kg^{-1})	B Available (mg kg^{-1})
0	8.01 A	0.24 D	1.98 ABC	22.94	12.69	101.2 D	3658 BC	153 ABC	39.48 D	1.35	0.45	2.27 BCD	0.41	0.66
0.5	7.99 A	0.31 D	1.95 BC	23.05	13.24	114.7 D	3884 ABC	159 A	42.36 D	1.48	0.48	2.69 AB	0.42	0.60
1.0	7.83 AB	0.48 D	1.99 ABC	23.10	13.93	128.3 D	4078 AB	1545 ABC	44.49 D	1.44	0.46	2.81 AB	0.39	0.63
1.5	7.71 BC	0.61 CD	1.82 C	23.04	13.89	160.4 D	4131 A	156 AB	48.80 CD	1.52	0.45	2.99 A	0.43	0.66
2.0	7.59 BC	0.75 CD	2.06 AB	23.10	12.90	185.8 D	4260 A	151 ABC	38.93 D	1.45	0.43	2.56 ABC	0.38	0.66
2.5	7.7 BC	1.30 B	2.04 AB	23.57	12.64	406 C	3546 C	129 BC	53.79 CD	1.36	0.44	2.33 BCD	0.41	0.67
3.0	7.59 BC	1.05 BC	2.00 ABC	23.36	12.25	566.6 C	3651 BC	140 ABC	69.12 BC	1.33	0.43	2.27 BCD	0.45	0.68
4.0	7.48 C	1.82 A	2.12 A	23.52	12.73	811.4 B	3580 C	131 ABC	80.79 AB	1.44	0.41	1.87 D	0.47	0.68
5.0	7.46 C	1.95 A	2.08 AB	21.62	13.29	1083 A	3500 C	128 C	97.76 A	1.45	0.43	1.96 CD	0.51	0.68
Mean	7.71	0.95	2.00	23.03	13.06	395	3810	299	57.28	1.42	0.44	2.42	0.43	0.66
LSD	0.25*	0.48*	0.16**	N.S.	N.S	173.6*	428.9*	24.87*	22.17*	N.S.	N.S.	0.59*	N.S.	N.S.

N.S.: Not significant, (*: p<0.01, **: p<0.05).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Table 4. The effect of sheep wool fertilizer applied to the soil in increasing doses on some enzyme activities and basal soil respiration in the soil.

Manure Dose (t da^{-1})	µg Ng^{-1} FKT^{-1}	µg TPF g^{-1} FKT 24 h^{-1}	µg p-nitrofenol g^{-1} FKT h^{-1}			ml O_2 5 g^{-1}	mg CO_2 100 g^{-1} 24 h^{-1}
	UEA	DEA	ALPEA	ACPEA	ARSEA	CEA	BSR
0	19.33 AB	28.30 A	193.04 D	68.26 B	22.37 A	2.73 ABC	16.43 D
0.5	15.33 C	24.19 AB	193.62 D	62.27 B	15.03 BC	2.40 A-D	19.88 C
1.0	16.03 BC	27.33 AB	237.95 C	64.17 B	16.92 B	3.33 A	20.91 BC
1.5	20.46 A	25.91 AB	280.81 B	90.91 A	21.71 A	2.93 AB	21.05 BC
2.0	21.24 A	21.12 ABC	280.37 B	66.07 B	22.68 A	2.53 A-D	23.77 A
2.5	20.57 A	23.34 ABC	310.26 A	82.83 A	13.27 BC	2.13 BCD	22.81 AB
3.0	16.40 BC	20.02 BCD	296.85 AB	95.42 A	17.03 B	1.87 BCD	21.49 ABC
4.0	16.54 BC	16.56 CD	206.74 D	54.54 BC	16.34 B	1.67 CD	20.76 BC
5.0	16.16 BC	13.22 D	204.12 D	47.77 C	12.26 C	1.60 D	16.07 D
LSD	3.36*	6.92*	24.42*	13.42*	3.75*	0.97**	2.52*

(*: p<0.01, **: p<0.05) UEA: Urease enzyme activity, DEA: Dehydrogenase enzyme activity, ALPEA: Alkaline phosphatase enzyme activity, ACPEA: Acid phosphatase enzyme activity, AR, SEA: Arylsulfatase enzyme activity, CEA: Catalase enzyme activity, BSR: Basal soil respiration.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

KONYA İLİ SEYDİŞEHİR İLÇESİ ŞEKERPANCARI EKİM ALANLARINDA VERİM VE KALİTEYİ ETKİLEYEN FUNGAL HASTALIKLAR

Hasan HARMANCI*[1] Nuh BOYRAZ[2]
Ziraat Mühendisi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bitki Koruma Bölümü. Konya – TÜRKİYE. hasan.harmanci@tarimorman.gov.tr
[2] Prof. Dr. Öğretim Üyesi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü. Konya – TÜRKİYE. nboyrazk@selcuk.edu.tr
*Sorumlu Yazar: Hasan HARMANCI – hasan.harmanci@tarimorman.gov.tr

ÖZET

Şeker, gıda endüstrisinde dünyada yaklaşık 120 ülkede üretilmektedir. Tüm ülkelerde stratejik ve kalori değeri yüksek olan şeker önemli bir role sahiptir.Konya İli Seydişehir İlçesinde, 2023 yılında 27.200 da alanda toplam 190.400 ton şekerpancarı üretimi gerçekleşmiştir. Seydişehir İlçesinde şekerpancarı yetiştiriciliği sulu tarım yapılan ürünler içerisinde ilk sırayı almaktadır. Seydişehir'de şekerpancarında verim ve kaliteyi etkileyen fungal hastalıkların tespiti için yapılan arazi gözlemleri sonucunda yaprak enfeksiyonu yapan bazı etmenler ve fide kök çürüklüğüne neden olan Fusarium enfeksiyonları tespit edilmiştir. Cercospora yaprak lekesi hastalığı, Seydişehir'de şekerpancarı arazilerinde görülen en yaygın ve yıkıcı hastalığı durumundadır. Hastalık şekerpancarının gelişim döneminde özellikle Haziran ve Temmuz aylarında şiddetli enfeksiyona başlayarak yaprakların kurumasına, kuruyan yaprakların yerine, kökte depolanan maddeleri kullanarak yeni yapraklar üretmesine sebep olmaktadır. Külleme hastalığı genel olarak Temmuz ayının ilk haftalarında şekerpancarının yapraklarının yüzeyini gri-beyazımsı un gibi görünen bir tabaka ile kaplamıştır. Fide kök çürüklüğüne neden olan Fusarium türlerinin şekerpancarında çimlenme ve çıkış sonrasında daha fazla enfeksiyon yaptığı, köklerin esmerleşmesine, ölümüne veya fidelerin çökmesine neden olduğu tespit edilmiştir. Cercospora yaprak leke hastalığı ve külleme hastalığının şekerpancarlarında toprak üstü aksamında, fide kök çürüklüğüne neden olan Fusarium türlerinin ise toprak altı aksamında enfeksiyonlar yaptığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Şekerpancarı, Fungal, Hastalık, Seydişehir, Konya

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. GİRİŞ

Şekerpancarı üretimi ve endüstrinin yarattığı katma değer bugün Türkiye'de On milyondan fazla insanı direkt ve indirekt bir şekilde etkilemektedir. Şekerpancarı yetiştiriciliği hayvan beslenmesi başta olmak diğer pek çok sektörü yakından ilgilendirmektedir. Şekerpancarı üretimini sadece ekonomide yarattığı yüksek katma değerle ilişkilendirmek yeterli değildir. Ülkedeki nüfus dağılımında denge oluşturan bir tarımsal faaliyet olan pancar tarımı, üreticilerin endüstriyle bütünleşmesini sağlamak açısından da ciddi öneme sahiptir (Gök, 2001).

Şekerpancarı yetiştiriciliği, sözleşmeli üretimin Türkiye'de en önemli örneklerinden biridir. Şekerpancarı sanayi bitkisi olması sebebiyle tarımın sanayi ile bütünleşmesini sağlamış ve gıda sanayisini meydana getirmiştir. Şekerpancarı, ülkemizin yıllık şeker ihtiyacına bağlı olarak sözleşme ve kota sistemine göre elde edilmektedir (TÜRKŞEKER, 2024). Ayrıca şekerpancarı yetiştiriciliğinde münavebeli tarım yapılmaktadır. Şekerpancarı tarımında sözleşmeli üretim yapan üreticiler teslim ettikleri ürünler için alacakları ücretten düşülerek ayni ve nakdi yardım almaktadırlar. Bu nedenle şekerpancarı yetiştiriciliğinde kontrollü üretim yapılmakta, üretimin her aşaması izlenmektedir. Türkiye'de şekerpancarı bitkisi birçok alana fayda sağlayan endüstriyel bir bitki olması sebebiyle önemli bir bitki durumundadır. Şekerpancarı yetiştiriciliğinin avantajları arasında iyi bir münavebe bitkisi olması, sonraki üretim döneminde yetiştirilen bitkinin verimini arttırması, bitkisel ve hayvansal üretime katkı sağlaması, topraktaki organik madde miktarını arttırması, ekolojik döngüye katkı sağlaması, emekten yararlanma, endüstriyel girdilerin kullanımına olanak sağlama yer almaktadır (Supit ve ark., 2010). Türkiye'de üreticileri teşvik ve motive edici en önemli tarımsal üretim bitkilerinden biri de şekerpancarıdır. Türkiye'de tarımsal üretimde kullanılan gübrenin ortalama %10 'u şekerpancarı yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır. Şekerpancarı yetiştiriciliği, tarım arazilerinin fiziksel yapısını ve ekolojik dengesini iyileştirmeye katkıda bulunmakta ve kendisinden sonra yetiştirilecek ürünlerin verimini önemli ölçüde artırmakta, böylece tarımsal üretim planlaması ve rotasyon uygulamalarında öncü olmakta ve sulu tarımın yaygınlaştırıcısı haline gelmiştir. Şekerpancarı yetiştiriciliği, ülkemize sağladığı katma değer açısından endüstriyel bitkiler arasında ikinci sırada yer almaktadır (Faruk, 2015; Demir, 2017).

2. KONYA İLİ SEYDİŞEHİR İLÇESİ ŞEKERPANCARI EKİM ALANLARINDA GÖRÜLEN ÖNEMLİ FUNGAL HASTALIKLAR

2.1. CERCOSPORA BETİCOLA SACC.

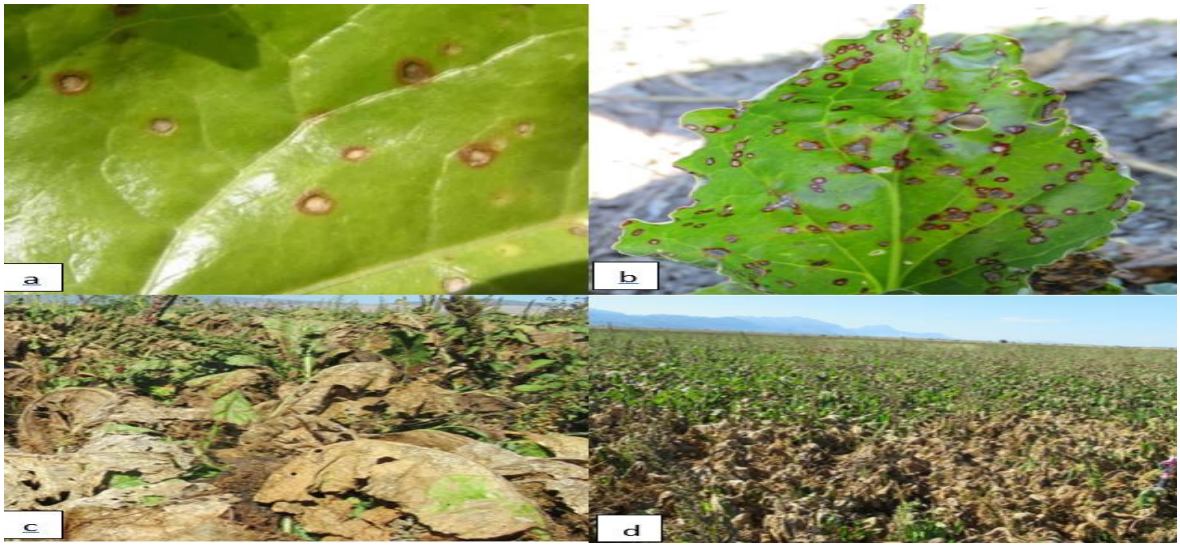
Konya ili Seydişehir ilçesi Şekerpancarı üretim alanlarında yapmış olduğumuz incelemeler sonucu en yaygın görülen hastalığın *Cercospora beticola* olduğu görülmüştür.Bu hastalık dünya da ve ülkemizde şekerpancarının en önemli hastalığı olup, hastalık gelişimi için koşulların uygun olduğu yıllarda ülkemiz şekerpancarı ekim alanlarında hem verim hem de kalite bakımından önemli kayıplara neden olmaktadır. Fungal etmen bitkinin yapraklarını tahrip etmek suretiyle zararını oluşturur.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Cercospora beticola yaprak lekesi hastalığının yoğunluğu ile 1998 yılında Uluslararası Şeker Pancarı Araştırma Enstitüsünün yayınlamış olduğu haritaya göre bu hastalığın dünyadaki yaklaşık toplam 7 milyon hektar şekerpancarı ekim alanının %44'ünde olduğu bildirilmiştir. Ülkemiz de hastalığın Karadeniz ve Marmara bölgesinde daha yaygın olduğu rapor edilmiştir (Kaya, 2012).

Cercospora beticola, şekerpancarını en çok etkileyen dünyadaki en yıkıcı hastalık olarak görülmektedir (Weiland ve Koch, 2004). Hastalığa karşı etkili kontrol önlemleri alınmadığında dayanıklı çeşitlerde bile bitkinin veriminde %1-26, şeker veriminde ise %6-35 oranında ürün kaybına sebep olmaktadır (Özgür,2003).

Seydişehir şekerpancarı ekim alanlarında 2024 yılı arazi gözlemlerimize göre hastalığın bitkilerdeki ilk belirtileri bitkiler tam sıra arasını kapattığı dönemde görülmeye başlamakta, temmuz ve ağustos aylarında hastalıktan dolayı yapraklardaki zararı daha da şiddetli bir şekilde ortaya çıkmaktadır.



Görsel 1. Cercospora beticola'nın şekerpancarındaki başlangıç izleri (a,b,), hastalığın yaprakta artması (c) ve lezyonların yaprakları kurutması (d).

Bitki yaprakları üzerindeki hastalığın ilk belirtileri küçük küçük yuvarlak etrafı koyu ortası açık kahverengi lekeler şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bitkinin en dış yapraklarında küçük küçük başlayan lekeler daha sonra birleşerek büyük nekrotik alanları oluştururlar. Şeker pancarının merkezindeki göbek yapraklarda leke görülmez.(Görsel 1a, b). Yaprak sapları üzerinde de uzunlamasına değişik büyüklükte kahverengi lekeler oluşur. Hastalık ilerledikçe, lekeler birleşerek büyük ölü alanlar oluşturur veya tüm yaprak ölür (Görsel 1 c, d) (Giannopolitis, 1978).

Hastalıktan şiddeti şekilde etkilenmiş pancarların dış yaprakları kuruyarak yere serilirken bitki fizyolojik fonksiyonlarını sürdürmek için pancarın baş kısmının merkezinden sürekli taze yeni yapraklar oluşturma gayreti içerisine girer ve pancar bu şekilde enerjisini de yeni yaprak oluşturmaya harcayarak üründe verim ve kalite kaybı (düşük polar) ortaya çıkar (Görsel 2).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 2. Hastalığın şekerpancarında kurumalara sebep olması ve yeni yaprakların oluşturması

Şekerpancarında Cercospora yaprak lekesi hastalığı nedeniyle bitkide görülen lezyonlar artarak bitkinin yeşil aksamının tamamının kurumasına ve şeker pancarının tekrardan yeşil aksam oluşturmasına sebep olmaktadır.

Şekerpancarında Cercospora yaprak lekesi hastalığı enfeksiyonun başlaması için gündüz 25-27°C ve gece 15-17°C hava sıcaklıkları hastalığın ortaya çıkması için yeterlidir. Sporlar, gündüz sıcaklıkları 30°C'yi geçmediğinde ve gece sıcaklıkları 17-18°C civarında olduğunda en aktiftir (Kandil, 2021). Alçak rakımlı yerlerde, nem ve gece sıcaklıklarının yüksek olması nedeniyle hastalığa yakalanma oranı daha yüksektir (Kandil, 2021).

Şekerpancarında Cercospora yaprak lekesi hastalığı mücadelesinde münavebe, dayanıklı çeşit kullanımı ve diğer kültürel mücadele yöntemleri yanında kimyasal mücadele yöntemlerinin entegre olarak kullanılmaktadır (Meriggi ve ark., 2000). Şekerpancarında Cercospora yaprak lekesi hastalığı bitkinin tohumlarına ulaşabilmekte ve tohumlarla taşımı olabilmektedir. Bu nedenle hastalığın bulunmadığı alanlarda tohum üretimi yapılması önerilmektedir (Özgür 2003).

Hastalığın mücadelesinde kültürel mücadele uygulamaları önemli olmakla birlikte koşulların hastalığın gelişimi için uygun olduğu durumlarda kültürel tedbirler tek başına yeterli olmamaktadır. Bunun için uygun zamanda mutlaka ilaçlı savaşım yapılmalıdır. Bunun için tarlada hastalığın gelişimi takip edilerek ilk yaprak lekeleri yapraklar üzerinde tek tük görülmeye başlandığında ilaçlamalara başlanılmalı ve hastalık gelişimini tetikleyici koşulların sürekliliği ve ilaçların etki süresi dikkate alınarak ilaçlamalara devam edilmelidir.

Şekerpancarında Cercospora yaprak lekesi hastalığı ile mücadelede kullanılan ilaçlara karşı hızlı bir şekilde direnç kazanmaktadır. Bu sebeple hastalık mücadelesinde kullanılan ilaçların kullanılmasında farklı etkili fungisitlerin kullanılması ve değişik ilaçlar hazırlanarak planlı olarak sezon boyunca uygulanmalıdır (Meriggi ve ark., 2000).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2.2. KÜLLEME HASTALIĞI(*Erysiphe betae*)

Dünya'da şekerpancarı küllemesi hastalığı (Erysiphe betae), ilk olarak Doğu Anglia'da 1976 yılının Temmuz ayında görülmüş ve sonraki aylarda yaygınlaşmış, ancak İngiltere'nin batı ve kuzeyindeki ekili alanlarda yaygın değildir (Byford, 1978).

İngiltere'de şekerpancarı tarlalarında yapılan bir araştırmada, külleme hastalığının etkeni olan Erysiphe betae ile enfekte alanların oranı 1980 yılında %51, 1986 yılında ise %2 olarak belirlenmiştir (Asher, 1986).

Türkiye'de karasal iklimin bulunduğu yerlerde sulu tarım arazilerinde yetiştiriciliği yapılan şekerpancarı bitkilerinde olgunlaşma döneminde külleme hastalığından yoğun olarak görüldüğü tespit edilmiştir. (Kandilci, 2006).

Külleme hastalığı Seydişehir İlçesinde şekerpancarı ekiliş alanlarında verim ve kaliteyi etkilediği görülen 2. en önem hastalık etmenidir. Şekerpancarı önemli yaprak hastalığı etkenlerinden biri olan Erysiphe betae, dünyanın her yerinde görülmekte olup şekerpancarı bitkisinden elde edilecek şeker miktarını yaklaşık %30 oranında düşürmektedir. Dünyada tüm şekerpancarı ekim alanlarında görülen fungal etken, şekerpancarını ve diğer pancar türlerini de enfekte etmektedir (Francis, 2002).

Şekerpancarında külleme hastalığı sonucunda şekerpancarı yapraklarının yüzeyi grimsi un benzeri bir görüntü oluşmaktadır (Görsel 3 a). Hastalık genellikle bitkilerde Temmuz ayında görülse de hastalığın ilk belirtilerinin oluştuğu zaman Haziran ayı veya Ağustos ayının başına kadar uzadığı görülmüştür (Neher ve Gallian, 2011: 1). Şekerpancarında külleme hastalığı bitkinin kök verimi ciddi oranda kayıplarına ve yaklaşık %30'a varan şeker oranındaki düşmelere neden olmaktadır (Francis, 2002: 119).



Görsel 3. *Erysiphe betae* 'nin şekerpancarı yaprağındaki görüntüsü

Seydişehir İlçesinde külleme hastalığı genel olarak Temmuz ayının ilk haftalarında şekerpancarının yapraklarının yüzeyini gri-beyazımsı un gibi görünen bir tabaka ile kaplamıştır. Hastalık etmeni ilerleyen döneminde şekerpancarı alt yapraklarını tamamen kuruttuğu görülmüştür (Görsel 3 b).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Şekerpancarında külleme hastalığının mücadelesinde dayanıklı çeşit kullanımı, hastalıklı bitki artıklarının yok edilmesi, doğru ve dengeli gübreleme ile uygun sulama yöntemleri gibi kültürel tekniklerin yerine getirilmesi önemlidir (Lewellen ve Schrandi, 2001). Hastalıkla mücadelede yağmurlama sulama hastalığı bir derece baskı altına almakla birlikte yeterli olmamaktadır. Bunun içinde hastalığın gelişim koşullarının uygun olduğu ve bu koşulların süreklilik arzettiği durumlarda mutlaka ilaçlı savaşıma başvurulmalıdır. Ruhsatlı fungisitlerle zamanında yapılacak yüzey ilaçlamaları ile hastalığı baskı altına almak mümkün olabilir.

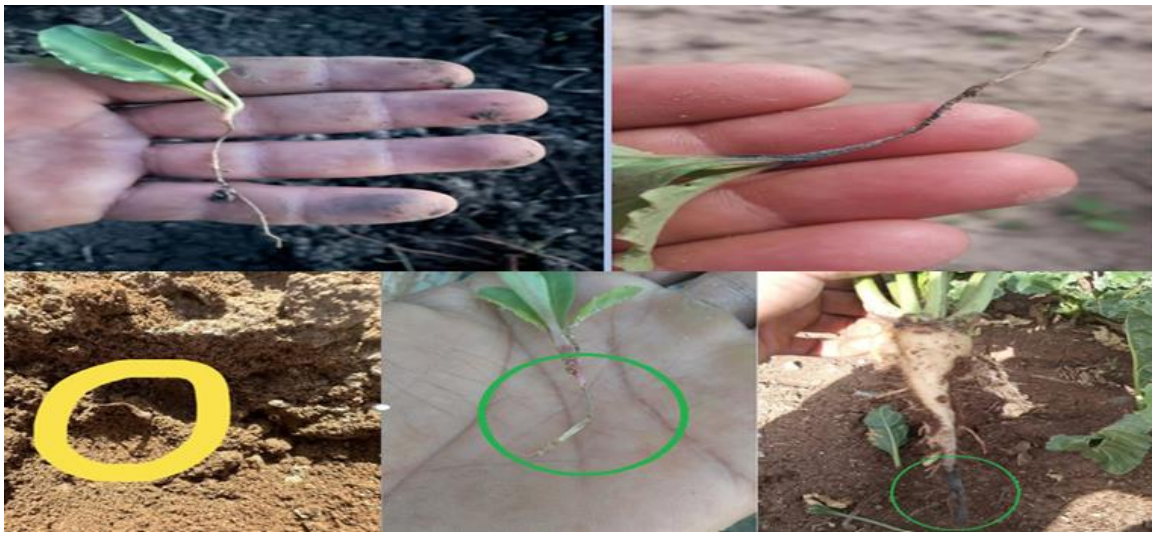
2.3.ŞEKERPANCARI FİDE ÇÖKERTEN VE KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜ HASTALIKLARI

Şekerpancarında fide ve kök çürüklüğü hastalığına neden olan etmenler çok fazla olup bunlar dan önemlileri *Rhizoctonia solani*,*Phoma betae*, *Pythium spp. Ve Aphonomyces cochloides* isimli fungal organizmalardır (Harveson,2006).

Ülkemizde daha önceki yapılan çalışmalarda *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*,*Phoma betae* ve *Fusarium* spp'lerin varlığına rastlanılmış olup,*Aphanomyces cochloides*in varlığı rapor edilmemiştir. Seydişehir şekerpancarı ekim alanlarında yaptığımız gözlem ve laboratuvar incelemeleri sonucu fide çökerten ve kök çürüklüğü belirtisi gösteren bitkilerden çoğunlukla *Rhizoctonia solani* ve değişik *Fusarium* türlerinin varlığı saptanmıştır.Tespitini yapmış olduğumuz bu etmenlerin başka araştırıcılar tarafından da çökertenden sorumlu etmenler olarak bildirilmektedir(Esh ve ark., 2004; Bosch ve Mirocha, 1992).Başka araştırıcılar bizim bulduğumuz fungal organizmaların dışında başka fungal organizmalarında şekerpancarında fide çökerten ve kök çürüklüğüne neden olan etmenleri bulmuşlardır(Koppanyi ve ark., 1993; Stephens ve ark.,1993; Esh ve El-Kholi, 2003)

Hastalık etmeni şekerpancarı bitkisi toprakta çimlenmeden önce ilk tohumu enfekte eder veya şekerpancarı tohumu çimlendikten sonra bitkiye bulaşır. Genellikle, şekerpancarında fide çıkışı etkilenmemekte, ancak fide çıkışından kısa bir süre sonra tohum kökçüğü üzerinde koyu, sulu leke gelişmektedir. Hastalık etmeni çimlenmiş köklere giriş yaparak dokuları ve hücreleri yumuşatır ve köklerin kahverengileşmesine ve fidelerin çökmesine neden olan pektinaz ve selülaz gibi enzimleri salgılarlar. (Esh ve ark., 2004).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 4. Fide kök çürüklüğü hastalığının şekerpancarının köklerindeki görüntüsü

Hastalık etmeni fungusun şekerpancarını enfekte etmesinden sonra lezyonlar hızla genişler ve kısa süre sonra tüm tohum kökçükleri kahverengiden siyaha dönerek siyahlaşırlar (Görsel 4). Hastalık lezyonun bazen tohum kabuğu yapraklarının tabanına kadar yayılım gösterebilir bu da hastalığın tanısı için tipik bir belirtidir. Hastalığa yakalanan fideler gelişme geriliği gösterir ve canlılıklarını kaybederek düşüp ölebilir Şekerpancarında fide dönemini hastalanmadan geçiren fideler, kök hastalığını atlatabilmektedir. Şekerpancarında çökertene neden olan etmenler çıkış öncesi ve çıkış sonrası çökertene de neden olmaktadırlar. Tohum kökcükleri deforme olduğunda bitkicikler baygınlık geçirerek ölürler (Whitney ve Duffus, 1986; Cooke ve Scott, 1995; Esh ve ark., 2004).

Şekerpancarında fide ve kök çürüklüğü hastalıkları ile mücadelede şekerpancarı tohumunun fungisitler ile kaplanması ile tohum mücadelesi yapılabilmektedir. Bunun yanında şekerpancarı ekimi serin toprağa yapılmalıdır (Lamichhane ve ark., 2017). Şekerpancarı yetiştiriciliğinde tohumun sıcak ve nemli topraklara erken ekilmesi, bitkinin toprak sıcaklığının artmadan ve hastalık etmeni faaliyeti hızlanmadan önce belirmesi ve direnç oluşturasını sağlayacağından hastalıktan bitkilerin daha az etkilenmesini sağlayacaktır. Toprakta bulunan yüksek orandaki fosfor, verimli tarım arazileri fidelerin daha hızlı büyümesini teşvik etmesi gibi sayesinde Şekerpancarında fide ve kök çürüklüğü hastalıkları şiddetini azaltmaktadır. Ayrıca şekerpancarında fide ve kök çürüklüğü hastalıkları kültürel mücadelesinde mısır, soya fasulyesi, patates veya küçük taneler gibi hassas olmayan ürünlerle münavebe, sonraki şekerpancarı mahsullerinde hastalığın oluşma durumunu düşürmektedir. Şekerpancarında fide ve kök çürüklüğü hastalıklarını şekerpancarından önce yetiştiriciliği yapılabilecek ürünlerden olan fasulye, tatlı yonca ve yonca gibi mahsuller hastalık etkisi ve yoğunluğunu artırabilmektedir. Bu nedenle bu ürünlerin şekerpancarından hemen önüne gelmesinden kaçınılmalıdır (Anonim, 2023b).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3.SONUÇ VE ÖNERİLER

Konya İli Seydişehir İlçesinde şekerpancarı tarımı bölgede en çok sulu tarımda yer alan ürünler arasındadır. Ekonomik olarak bölge çiftçisine ciddi katkı sağlamaktadır. Seydişehir İlçesinde şekerpancarı ekiliş alanlarında verim ve kaliteyi etkileyen en önemli hastalıkların Cercospora yaprak lekesi, külleme hastalığı ve Fide çökerten hastalıkları gelmektedir. Söz konusu hastalıklar uygun mücadele yöntemleri uygulanmadığında şeker pancarlılarında %70-80'lere varan oranlarda zararlar meydana getirmektedir. Şekerpancarında görülen fungal hastalıklara karşı uygulanabilecek mücadele yöntemleri aşağıda maddeler halinde sunulmuştur:

- Şekerpancarı yetiştiriciliği fungal hastalık mücadelesinde en etkili yöntemlerden biri dayanıklı çeşit ekilmesi ve münavebe yapılmasıdır.
- Şekerpancarında fide kök çürüklüğü hastalık etmenlerine karşı ekiminden önce iyi bir tohum yatağı hazırlığı büyük önem arz etmektedir. Bu sayede sağlıklı yetişen şekerpancarı hastalık etmenlerinden korunmuş olacaktır.
- Aşırı ve uzun süreli yağmurlama sulama yapılması ve dengeli gübreleme yapılmaması hastalıkların yoğunluğunu daha da artırabilmektedir.
- Ülkemizde şekerpancarı yetiştirilen alanlarda münavebeye uygun üretim yapılmalıdır. Münavebeye uygun olan bitkiler olarak hububat ve baklagil bitkileri üretilmelidir. Ekim nöbeti ile fungal hastalıklara karşı koruma sağlanmış olur.
- Uygun olmayan sulama koşulları Cercospora oluşma riskini artıracağından sulama sıklığı ve miktarı doğru ayarlanmalıdır. Yüksek miktarda azotlu gübreler Cercospora yaprak leke arttıracağından dengeli gübreleme yapılmalıdır.
- Külleme hastalığına karşı fungusit kullanımına şekerpancarı bitki yapraklarının % 5"inde hastalık belirtileri görüldüğünde başlanmalıdır.
- Fungal etmenli hastalıklar daha çok doğru tarım uygulamaları yapılmamış tarlalarda daha çok görülmektedir. Bu nedenle şekerpancarı yetiştiriciliğinde sulama, gübrelemeye ve kültürel işlemlerin programlı olarak yapılması gerekmektedir.
- Hastalıklı bitki artıkları üretim dönemi bitiminde yok edilmelidir.
- Yabancı ot mücadelesi hastalığın kontrol altına alınmasında önem arz etmektedir.
- Sulamanın gece yapılması nispi nem oranını düşüreceğinden hastalık enfeksiyon riski azalmaktadır. Bu sebeple sulama gündüz yapılmamalıdır.
- Kök çürüklüğü hastalık etmenleri toprakta uzun süreli canlı olarak kaldığı için hastalığın konukçu olduğu bitkiler aynı tarlada en az 4 yıl yetiştirilmemelidir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

KAYNAKLAR

Anonim (2023 b). https://bku.tarimorman.gov.tr/Arama/Index?csrt=9182847716162412566 (Erişim Tarihi: 01. Mayıs. 2023.

Asher, M. J. C., 1986, The occurrence and control of sugar-beet powdery mildew, Conference on crop protection of sugar beet and crop protection and quality of potatoes, *held at the University of Cambridge*, UK on Dec. 15 – 17.

Bosch, U., Mirocha, C.J. (1992). Toxin production by *Fusarium* species from sugar beets and natural occurrence of zearalenone in beets and beet fibers. *Appl. Environ. Microbiol*., 3233-3239.

Byford, W.J. (1996). A survey of foliar diseases of sugar beet and their control in Europe. In Proceedings of the 59th IIRB conference, 10. Caesar- TonThat, T.C., R.T

Byford, W.J., 1978, Field experiments on sugar-beet powdery mildew, *Erysiphe betae*, *Annals of Applied Biology*, 88 (3), 377–382.

Cooke, D.A., Scott, R.K. (1995). The sugar beet crop. Chapman & Hall Publisher, New York, London Paris, p 657.

Demir, M. (2017). Kars ilinde şeker pancarı üretiminin beşeri ve ekonomik önemi, sürdürülebilirliği. Marmara Coğrafya Dergisi (36): 175-190.

Esh, A.M.H., El-Kholi, M.M.A. (2003). *Sclerotium rolfsii* saac. Root rot and its effect on sugar beet quality. Proceedings of First Conference on Farm Integrated Pest Management, Fac. Agric, Fayoum Univ. Egypt, pp. 72-80.

Esh, A.M.H., El-Kholi, M.M.A., Aly, A.Z., Shalaby, M.S. (2004). Characterization and diversity of *Rhizoctonia solani* Kuhn infecting sugar beet under Egyptian conditions. Proceeding of the International

Faruk, K. (2015). Küresel ve bölgesel şeker politikalarının Türkiye şeker fabrikalarına etkilerine bir örnek; Ağrı Şeker Fabrikası. Coğrafya Dergisi (31): 41-61.

Francis, S. (2002). Pathogen profile Sugar-beet powdery mildew (Erysiphe betae). Molecular Plant Pathology, 3(3), 119-124. Iqbal, M. A. & Saleem, A. M. (2015). Sugar Beet Potential to Beat Sugarcane as a Sugar Crop in Pakistan. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci, 15(1), 36-44.

Francis, S., 2002. Sugar-beet Powdery Midew (*Erysiphe betae*), *Molacular Plant Pathology*, 3:119 – 124.

Giannopolitis CN. 1978. Lesions on sugar beet roots caused by Cercospora beticola. Plant Disease Reporter 62: 424-427.

Gök, İ. (2001). Şekerin Geleceği Şeker-İş Sendikası Ankara – 2011

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Harveson, R.M. (2006). Identifying and distinguishing seedling and root rot diseases of sugar beet. Plant Health Progress. https://doi.org/10.1094/PHP-2006-0915-01-DG.

Kandil, C., 2021. Şeker Pancarlarında Cercospora beticola (Yaprak Lekesi) https://agrovisio.com.tr/blog/?p=214. [Ziyaret Tarihi: 20.09.2023].

Kandilci, 2006. Adana Yöresinde Bitkisel Ürünlerde ve Yabancı Otlar Üzerinde Görülen Külleme Hastalıkları ve Etmenleri (Yüksek Lisans), *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,* B.K. Anabilim Dalı, Adana, 33.

Kaya, R., 2012. Şekerpancarında cercospora yaprak lekesi (Cercospora beticola Sacc.) hastalığı ve mücadele stratejisi, I. Uluslararası Anadolu Şekerpancarı Sempozyumu, Kayseri, 13-27.

Kaya, R., 2012. Şekerpancarında Cercospora Yaprak Lekesi (Cercospora Beticola Sacc.) Hastalığı ve Mücadele Stratejisi. I. Uluslararası Şekerpancarı Sempozyumu, Kayseri.

Koppanyi, M., Nagy, I., Zsembery, S., Bodis, Z. (1993). A Macrophomina wilt and root rot of sugar beet. Cukoripar 46:121-124. (c.f. CAB Abstracts 1995).

Lamichhane, J.R., Durr, C., Schwanok, A.A., Robin, M.H., Sarthou, J.P., Cellier, V., Messean, A., Auberlot, J.N. (2017). Integrated management of damping-off diseases. A review. *Agron. Sustain. Dev*., 37: 2-25.

Lewellen, R.T., Schrandi, J.K. (2001). Inheritance of powdery mildew resistance in sugar beet derived from Beta vulgaris sub sp. maritima. *Plant. Dis*., 95: 627-631.

Martin, H.L. (2003). Management of soil-borne diseases of beetroot in Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture.,* 43: 1281-1292.

Meriggi, P., Rosso, F., Ioannidis, P.M., Ayala, G.J., 2000. Fungicide Treatments Against Cercospora Leaf Spot in Sugar beet (Beta vulgaris L.). In: Cercospora beticola Sacc. Biology, Agronomic influence and control measures in sugar beet, (ed. Asher, M.J.C., Holtshulte, B., Richard-Molard, M., Rosso, F., Steinrücken, G., Beckers, R.). Advances in Sugar Beet Research IIRB, Vol. 2, 77-102.

Neher, O. T. & Gallian, J. J. (2011). Rhizoctonia on Sugar Beet (Importance, Identification, and control in the Northwest). A Pacific Northwest Extension Publication. 629, 1-7.

Özgür O.E. (2003). *Sugar beet diseases in Turkey*. General Directory of Turkish Sugar Factories Inc. Publication.

Özgür, O. E. 2003. Türkiye Şekerpancarı Hastalıkları. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Genel Müdürlüğü, Yayın No 219; 192 p.

Stephens, P.M., Grawley, J.J., O'Connel, C. (1993). Selection of pseudomonad strains inhibiting *Pythium ultimum* on sugar beet seeds in soil. *Soil Biol. Biochem*., 25 (9): 1283-1288.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Supit I. Van., Diepen, C.A., de With, A.J. W., Kabat, P., Baruth, B., & Ludwig, F. (2010). Recent changes in the climatic yield potential of various crops in europe. Agricultural Systems, 103, 683-694

TÜRKŞEKER, (2024). https://www.turkseker.gov.tr/ Erişim Tarihi:08.04.2024

Weiland, J. and Koch, G., 2004. Sugar Beet Leaf Spot Disease (Cercospora beticola Sacc.). Molecular Plant Pathology, 5 (3): 157- 166.

Whitney, E.D., Duffus, J.E. (1986). Compendium of beet diseases and insects. *American Phytopathological Society*, St. Paul, MN

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Buğdaydan İzole Edilen *Pseudomonas* spp. izolatlarının Karekterizasyonu ve *Fusarium pseudograminearum, F.graminearum ve Bipolaris sorakiniana patojenlerine* karşı Antagonisitik Aktiviterinin Belirlenmesi

Dr. Öğr. Üyesi, **İNCİ GÜLER GÜNEY**[1,2]

[1] Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Mardin, incigulerguney@artuklu.edu.tr

[2] Dr. Öğr. Üyesi, Mardin Artuklu Üniversitesi, Bitkisel ve Hayvansal Üretimi Bölümü, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu, Mardin,

E-posta Adresi: incigulerguney@artuklu.edu.tr , Orcid No: 0000-0002-2544-8712

ÖZET

Bu çalışmada, Mardin ilinde buğdayların kök ve kök boğazı kısmından endofitik bakteri izolasyonu yapılmıştır. Buğday kök ve kök boğazından izole edilen 20 endofitik bakterinin morfolojik ve fizyolojik özellikleri tespit edilmiştir. Tüm izolatlar hareketli ve Gram negatif, oksidaz ve katalaz pozitif olarak tanımlanmıştır. *Pseudomonas* tanımlaması için bakteriler King's B ortamında gelişim göstermeleriyle doğrulanmıştır. *Pseudomonas* spp.'nin yeşil floresansı King's B ortamında çok belirgin olarak görülmüştür. İzolatlardan TAEB6 izolatı hariç tümü %4 NaCl ortamında gelişme göstermiştir. İzolatlar 41°C sıcaklıkta %70'i gelişme göstermiştir. Karbonhidrat testi, % 4 NaCl testi, 41°C sıcaklık, amilaz, ACC deaminaz ve siderofor üretiminde *Pseudomonas* spp. (TAEB15) izolatı pozitif olarak tanımlanmış, *F.pseudograminearum, F.graminearum ve B.sorakiniana patojenlerine* karşı antagonistik aktivitede en etkili izolat olarak TAEB15 izolatı tespit edilmiştir. Moleküler ve *in-vivo* koşullarda testleri yapıldıktan sonra sentetik fungisitlerin zararlı etkisini azaltmak için TAEB15 izolatı biyofungisit olarak önerilebilinecektir.

Anahtar kelime: *Pseudomonas, Triticum aestivum,* endofitik

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Characterization of *Pseudomonas* spp. isolates isolated from wheat and determination of their antagonistic activities against *F.pseudograminearum, F.graminearum* and *Bipolaris sorakiniana* pathogens

ABSTRACT

In this study, endophytic bacteria were isolated from the root and crown parts of wheat in Mardin province. The morphological and physiological properties of 20 endophytic bacteria isolated from wheat roots and crowns were determined. All isolates were identified as motile, Gram negative, oxidase and catalase positive. Bacteria were confirmed for *Pseudomonas* identification by their growth on King's B medium. The green fluorescence of *Pseudomonas* spp. was seen very clearly on King's B medium. All isolates except TAEB6 grew in 4% NaCl medium. 70% of the isolates grew at 41°C temperature. Carbohydrate test, 4% NaCl test, 41°C temperature, amylase, ACC deaminase and siderophore production of *Pseudomonas* spp. (TAEB15) isolate was identified as positive, and TAEB15 isolate was determined as the most effective isolate in terms of antagonistic activity against *F. pseudograminearum, F. graminearum and B. sorakiniana* pathogens. After molecular and *in-vivo* tests, TAEB15 isolate can be recommended as a biofungicide to reduce the damaging effects of synthetic fungicides.

Key words: *Pseudomonas, Triticum aestivum*, endophytic

1. Giriş

Endofitik bakteriler, bitkiye zarar vermeden bitkinin dokuları içinde yaşamaktadır (Reinhold-Hurek ve ark., 2011). Endofitik bakterilerin, azot fiksasyonu (Carvalho ve ark., 2014), fosfat çözünürlüğü (Çelikten ve Bozkurt, 2018; Tariq ve ark., 2014) antimikrobiyal maddeler (Chen ve ark., 2014) üretimi gibi konakçı bitkiler için faydalı olan birçok biyolojik özelliği olduğu ve bitkilerin büyümesini teşvik ettiği ve biyotik/abiyotik strese karşı dirençlerini artırtdığı (Mei ve ark., 2010) rapor edilmiştir. Bitki büyümesini teşvik eden endofitik bakteriler, sürdürülebilir ve çevre dostu ürün üretimi için tarımda kimyasal gübre kirliliği azaltmanın en etkili yollarından biri olarak düşünülmektedir. Endofitik bakteriler buğday (*Triticum aestivum* L.) (Larran ve ark., 2002), pamuk (*Gossypium* spp.) (Li ve ark., 2012), pirinç (*Oryza sativa* L.) (Zhang ve ark., 2015) ve mısır (*Zea mays* L.) (Gond ve ark., 2015) dahil olmak üzere birçok üründen izole edilebilinmekte ve tanımlanmaktadır.

Fusarium'la bulaşık buğday tohumlarının çimlenme ve fide çıkışını azalttığı ve çıkış sonrası fide ölümüne neden olduğu bilinmektedir. Ayrıca mikotoksinler üretebilmektedir (Bacon ve ark., 2007). Fungal patojen buğdayda, *Fusarium* fide yanıklığı ve *Fusarium* başak yanıklığı (Liu ve ark., 2021) yaparak büyüme ve verim kayıplarına neden olmaktadır. Buğday çıkış öncesi ve sonrası *Fusarium* başak yanıklığı, koleoptil yanıklığı ve yaprak yanıklığı yaparak buğday fidelerine büyüme sezonunda ciddi hasar vermektedir. *F. graminearum* patojeni yaygın olarak buğday, pirinç, arpa ve mısır gibi tarımsal ürünlerde görülmekte ve birçok ekonomik ürünü tehdit eden fungal patojenlerden birini oluşturmaktadır (Teli ve ark., 2020; Yu ve ark.,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2017). Bozoğlu ve ark., (2022), Kazakistan'ın başlıca buğday yetiştirme bölgelerinde gerçekleştirdikleri buğday taç ve kök çürüklüğü çalışmasında, buğdayda en fazla virülent patojenlerin *F. pseudograminearum* ve *F. culmorum* olduğunu tespit etmişlerdir. *Fusarium pseudograminearum, F. culmorum ve F. graminearum*, buğdayda taç ve kök çürümesine neden olan en yaygın *Fusarium* türleri oldukları belirtilmiştir (Dyer ve ark., 2009).

Ülkemizde buğdaylarda erken dönemde zarar oluşturan kök ve kök boğazı fungal patojenlerinden *F. culmorum, F. graminearum* ve *B. sorokiniana*' nın üretimde kullanılan ve yeni geliştirilen 20 farklı buğday çeşidindeki hastalık şiddetleri ve çıkış oranlarına etkileri üzerine yapılan bir çalışma yapılmıştır. Kınacı buğday çeşidinin F. *culmorum*' a karşı orta hassas, *F. graminearum*' a karşı hassas, *B. sorokiniana* patojenine orta hassas olduğu bulunmuştur (Demirci 2003). Buğdayda kök ve kök boğazı patojenlerinden özellikle *B. sorokiniana* ve *Fusarium* spp.' nin buğdayda önemli sorun oluşturduğunu ortaya koymuştur (Aktaş ve ark., 1997; Mamluk ve ark. 1997). Antagonist bakteri izolatlarından oluşturulan sıvı formülasyonlardan bazılarının (*Bacillus megaterium* TV-6D, *Brevibacillus choshinensis* TV-53D ve *Bacillus pumilus* TV-3C) hem buğday kök çürüklüğü hastalığını kontrolünde biyopestisit ve hem de buğday yetiştiriciliğinde mikrobiyal gübre olarak kullanılabileceğini rapor etmişlerdir (Gökçe ve Kotan, 2016).

Endofitik bakterilerden biri olan *Pseudomonas* spp. en etkili biyolojik kontrol ajanını oluşturmaktadır. *Pseudomonas* spp. karmaşık ortamlarda yaşayabilmekte ve uyum sağlayabilmektedir (Ibrahim ve ark., 2023). Biyolojik kontrol ajanları, bitkileri mikrobiyal patojenlerden korurken bitkilerin büyümelerini teşvik etmede önemli bir rol oynamakta ve çok çeşitli sekonder metabolitler üretebilmektedir (Chen ve ark., 2017; Singh ve ark., 2020). Ancak, endofitik bakterilerin fitopatojenik fungusları özellikle *Fusarium* fide yanıklığını engellemedeki etkisi şu ana kadar yeterince incelenmemiştir. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı endofitik bakterileri izole etmek, tanımlamak ve karakterize etmek ve bunların *F.pseudograminearum, F.graminearum ve B.sorakiniana* patojenlerine karşı antagonistik özelliklerini incelemektir.

2. Materyal ve Metod

2.1.Endofitik Bakteri İzolasyonu

Zvyagintsev (1991) metoduna göre buğday bitki örnekleri (1-2 cm uzunluğunda) kök ve kök boğazı kısmından parçalar alınmış, yüzey dezenfeksiyonu yapıldıktan sonra NA (Nutrient Agar-Merck) besiyerinde inkubasyon için Petri'ler 24-72 saat 24±2 °C' deki inkübatöre bırakılmıştır.

2.2. Patojen İzolatının Temini

F.pseudograminearum, F.graminearum ve B.sorakiniana izolatı, hastalıklı buğday bitkisinden elde edilmiş Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı Kültür Koleksiyonundan temin edilmiştir. Fungal patojen kullanılıncaya kadar +4 ºC'de saklanmıştır.

2.3.İzolatların Saklanması

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Tüm temsilci endofitik izolatlar, diğer çalışmalarda kullanılmak için %30 gliserol içinde –80 °C'de saklanmıştır.

2.4.Pektolitik Aktivite Testi

Hastalıksız ve taze olan patates yumruları %5'lik NaOCl'de 10 dk bekletilmiş, patates yumruları 5 mm dilimlenmiş içerisinde steril nemli kağıtlar içeren Petri kaplarına koyulmuştur. Yumuşama olup olmadığı 24-72 sa sonra kontrol edilerek yumuşama olması pozitif olarak değerlendirilmiştir. Kontrol olarak sdH_2O kullanılmıştır.

2.5.Tütünde Aşırı Duyarlılık (HR) Testi

Klement ve Goodman (1967)'e göre solüsyondan 2 cc'lik tütün (*Nicotina tabacum* L. var. Samsun) yapraklarının damarları arasına enjekte edilmiştir. Pozitif kontrol olarak *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* izolatı, negatif kontrol olarak ise sdH2O kullanılmıştır. Ölü doku oluşturan izolatlar HR (+) pozitif, ölü doku oluşturmayanlar ise HR (–) negatif olarak değerlendirilmiştir.

2.6.Bakterilerin Morfolojik Özelliklerinin İncelenmesi

İzole edilen izolatların gram boyamaları yapılmıştır (Demirbağ ve Demir, 2005). Katalaz testi için %3'lük H2O2 taze gelişmiş izolatların üzerine eklenip köpürme durumuna göre değerlendirilmiştir. Köpürme varsa pozitif (+), köpürme yoksa negatif (-) olarak belirtilmiştir (Holt ve ark., 1994). Oksidaz testi için Holt ve ark., (1994)' göre yapılmıştır. Taze gelişmiş izolatların üzerine (Fluka, N,N-dimethyl-p-phnylenediamine oxalate, α-naphtol) dökülmüş renk değişiminde mavi renk oluşumu pozitif olarak rapor edilmiştir.

2.7.İzolatların Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikleri

İzolatların farklı sıcaklık derecelerine toleranslılıkları için endofitik bakterilerin 7 gün boyunca 4, 15, 27, 37 ve 41°C'de gelişimlerine (Gardner ve ark., 1984), farklı konsantrasyonlardaki % 0, 1, 2, 3, 4'lük konsantrasyonlarda NaCl 7 gün boyunca 28 °C'de inkübe edilmiştir (Cappucino ve Sherman, 1992).

2.8.Karbonhidrat testleri

Ji ve Wilson (2002), metoduna göre mineral tuz ortamına ayrı ayrı glukoz, maltoz, fruktoz, ksiloz, mannitol, triptofan ve m-inositol 3- 14 gün boyunca 28 °C'de değerlendirilmiştir.

2.9.Enzimatik Aktivite

Tüm enzim deneylerinde izolatların 5 nolu Mc Farland'a göre hazırlanmış kültürleri kullanılmıştır. Enzim deneylerinin tümü 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

2.9.1. Amilaz Aktivite (Nişastanın Hidrolizi)

Egamberdieva ve ark. (2008) metoduna göre parlak renk oluşumu nişastanın hidrolizini, mavi-siyah renk ise hidroliz oluşmadığını göstermiştir.

2.9.2. Fosfataz Aktivitesi

Nautiyal, (1999) metoduna göre NBRIP ortamında 28 ºC'de 2-4 günlük gelişme sonunda koloni etrafındaki açık zon oluşumu pozitif olarak rapor edilmiştir. Kontrol olarak $Ca(PO_4)_2$ eklenmeyen ortamlarda izolatlar geliştirilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2.9.3. Sellülaz Aktivite

Egamberdieva ve ark. (2005) metoduna göre solüsyonlar hazırlanmış koloni etrafında açık zon belirlenenler, sellülaz aktivitesinin göstergesi olarak değerlendirilmiştir.

2.9.4. ACC Deaminaz Üretimi

Dworkin ve Foster (1958) tarafından tanımlanan method ACC Deaminaz üretimi için DF salt minimal ortamı kullanılmıştır. İzolatlardan gelişme gösterenler pozitif olarak değerlendirilmiştir.

2.10. Siderofor üretimi

Schwyn ve Neilands (1987) metoduna göre Blue agar ortamı siderofor üretimi için kullanılmıştır. Siderofor üretimi renk oluşumu gözlemlenen izolatlarda pozitif olarak değerlendirilmişir.

2.11. Anatogonistik Aktivite

Endofitik bakterilerin patojenlere karşı antagonistik aktiviteleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

% RI =R-r/ R*100
R: Patojen fungusun bakterisiz taraftaki gelişimi
r: Patojen fungusun bakteriye doğru olan gelişimi
%RI: İnhibisyon oranı

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1. İzolatların morfolojik ve fizyolojik özellikleri

Buğday kök ve kök boğazından izole edilen 20 endofitik bakterinin morfolojik ve fizyolojik özellikleri tespit edilmiştir. İzolatların tümü gram (-), oksidaz ve katalaz pozitif sonuç vermiştir. Tüm izolatlar hareketli ve Gram negatif sonuç vermiştir.

3.2. İzolatların Karbonhidrat Test Sonuçları

İzolatların tümü glikoz, fruktoz karbonhidrat test sonucunda pozitif sonuç vermiştir. İzolatların %70'i mannitol, %60'ı triptofan, %95'i maltoz, %90'ı ksiloz, %95'i m-inositol ortamında pozitif sonuç vermiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Endofitik bakterilerin karbonhidrat testi

İZOLATLAR	*GLİKOZ*	*FRUKTOZ*	*MANNİTOL*	*TRİPTOFAN*	*MALTOZ*	*KSİLOZ*	*M-İNOSİTOL*
TAEB1	+	+	+	+	+	+	+
TAEB2	+	+	-	+	+	+	+
TAEB3	+	+	-	+	+	+	+
TAEB4	+	+	+	+	+	+	+
TAEB5	+	+	+	+	+	+	+
TAEB6	+	+	+	+	+	+	+
TAEB7	+	+	+	+	+	+	+
TAEB8	+	+	+	-	+	+	+

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

TAEB9	+	+	+	+	+	+	+
TAEB10	+	+	-	-	+	-	+
TAEB11	+	+	-	+	+	-	+
TAEB12	+	+	+	-	+	+	+
TAEB13	+	+	+	-	+	+	+
TAEB14	+	+	+	-	-	+	+
TAEB15	+	+	+	+	+	+	+
TAEB16	+	+	-	-	+	+	-
TAEB17	+	+	-	+	+	+	+
TAEB18	+	+	+	-	+	+	+
TAEB19	+	+	+	-	+	+	+
TAEB20	+	+	+	+	+	+	+

+:Pozitif -: Negatif

İzolatlardan sadece TAEB6 izolatı %4'lük NaCl (% v/w) konsantrasyonda negatif sonuç vermiştir. İzolatlardan 4 °C'de %20'si, 15 °C'de %100'ü, 27°C'de %100'ü, 37 °C'de %90'ı ve 41 °C'de %70'i gelişme göstermiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Endofitik bakterilerin farklı dozlarda NaCl (% v/w ve farklı Sıcaklık (°C) test sonuçları

	NaCl (% v/w)		Sıcaklık (°C)				
izolat	% 3	% 4	4	15	27	37	41
TAEB1	+	+	+	+	+	+	-
TAEB2	+	+	-	+	+	+	-
TAEB3	+	+	-	+	+	+	+
TAEB4	+	+	-	+	+	-	-
TAEB5	+	+	-	+	+	-	+
TAEB6	+	-	+	+	+	+	-
TAEB7	+	+	-	+	+	+	+
TAEB8	+	+	-	+	+	+	+
TAEB9	+	+	-	+	+	+	+
TAEB10	+	+	-	+	+	+	+
TAEB11	+	+	-	+	+	+	+
TAEB12	+	+	-	+	+	+	+
TAEB13	+	+	-	+	+	+	+
TAEB14	+	+	-	+	+	+	+
TAEB15	+	+	+	+	+	+	+

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

TAEB16	+	+	-	+	+	+	-
TAEB17	+	+	-	+	+	+	+
TAEB18	+	+	-	+	+	+	+
TAEB19	+	+	-	+	+	+	+
TAEB20	+	+	-	+	+	+	-

+:Pozitif -: Negatif

3.3.Enzim Aktivitesi ve Siderofor Üretimi

Endofitik bakterileri amilaz enzim aktivitesinde %80'i, selülaz aktivitesinde %15'i, fosfataz aktivitesinde %65'i, ACC deaminaz aktivitesinde %70'i, siderofor üretiminde %40'ı pozitif sonuç vermiştir (Çizelge 3).

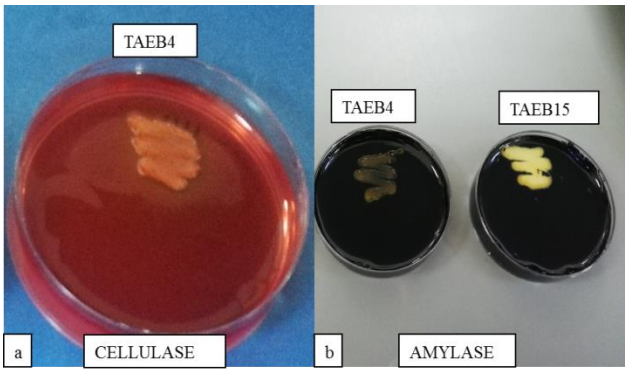
Çizelge 3. Endofitik bakterilerin enzim aktiviteleri ve siderofor üretimi

İZOLATLAR	AMİLAZ	SELÜLAZ	FOSFATAZ	ACC DEAMİNAZ	SİDEROFOR
TAEB1	+	-	+	+	-
TAEB2	+	-	+	+	+
TAEB3	+	-	+	+	+
TAEB4	-	+	-	+	-
TAEB5	+	-	+	-	-
TAEB6	+	-	-	-	-
TAEB7	+	-	+	+	-
TAEB8	+	-	+	+	-
TAEB9	+	-	+	+	-
TAEB10	+	-	+	+	-
TAEB11	+	-	-	+	+
TAEB12	+	-	+	-	-
TAEB13	+	-	-	+	+
TAEB14	+	-	-	+	-
TAEB15	+	-	-	+	+
TAEB16	-	+	-	-	-
TAEB17	-	+	+	+	+
TAEB18	-	-	+	-	+
TAEB19	+	-	+	+	+
TAEB20	+	-	+	-	-

+:Pozitif -: Negatif

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Pseudomonas fluorescens suşlarının antibiyotik, uçucu maddeler, enzimler, fitohormonlar ve sideroforlar üretebildiği gösterilmiştir (Gupta ve ark. 2001). 1-aminosiklopropan-1-karboksilat (ACC) deaminaz aktivitesine sahip birçok bitki büyümesini teşvik eden endofitlerin (PGPE), etilen stres seviyesini azaltabildiği ve konak bitkilerinin çeşitli biyotik ve abiyotik streslerle karşı koruduğu bilinmektedir(Qin ve ark., 2014). Çizelge 3'te benzer özellikler görülmektedir.



Şekil 1. a) TAEB4 izolatının selülaz(+) b) TAEB4 izolatının amilaz(-) ve TAEB15 amilaz(+) görünümü

3.4.Antagonistik Aktivite

Buğdaydan izole edilen endofitik bakteri izolatlarından ***F.pseudograminearum*** patojenine karşı inhibisyon oranı **%**91,19-50 arasında değişiklik göstermiş olup %85,84a oranıyla TAEB15 izolatı bunu TAEB15 %85,70a ve en iyi sonuç vermiştir (Şekil 2)(Çizelge 4).

Buğdaydan izole edilen endofitik bakteri izolatlarından ***F.graminearum*** patojenine karşı inhibisyon oranı **%**85,84 -51,41 arasında değişiklik göstermiş olup en iyi sonuçları TAEB15 %85,84a oranıyla bunu TAEB8 %85,70a ve TAEB19 %85,70a izolatları takip etmiştir (Şekil 3)(Çizelge 4).

Buğdaydan izole edilen endofitik bakteri izolatlarından ***B.sorakiniana*** patojenine karşı inhibisyon oranı **%** 95,81 - 45,81 arasında değişiklik göstermiş olup %95,81a oranıyla TAEB17 izolatı en iyi sonuç vermiştir (Şekil 3)(Çizelge 4).

Çizelge 4. Endofitik bakterilerin *F.pseudograminearum, F.graminearum ve B.sorakiniana* patojenlerine karşı inhibisyon oranları

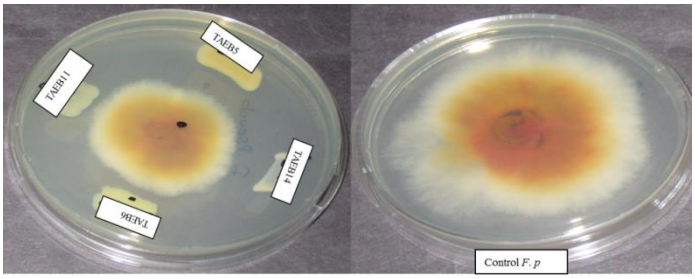
İzolat	**%RI *F. p***	**% *F. g***	**% *B. s***
TAEB1	52.94f*	51.41j	54.19f
TAEB2	50.00g	62.89e	66.69d
TAEB3	53.05f	51.48j	75.00c
TAEB4	55.89e	57.11g	54.29f
TAEB5	58.81d	71.41c	58.31e
TAEB6	61.79c	62.89e	66.82d
TAEB7	55.89e	71.68c	75.00c
TAEB8	62.00c	85.70a	79.19b
TAEB9	55.89e	51.41j	75.00c

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

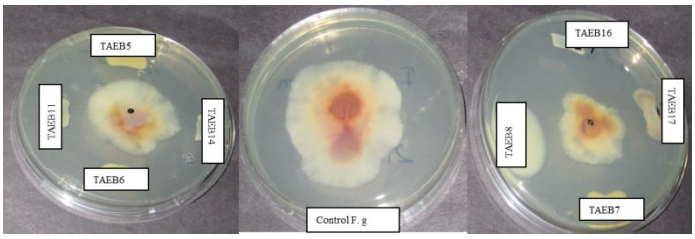
TAEB10	52.75f	61.62f	54.29f
TAEB11	61.79c	57.11g	54.17f
TAEB12	55.59e	54.30ı	50.00g
TAEB13	52.61f	55.89h	54.22f
TAEB14	52.89f	71.54c	50.67g
TAEB15	91.19a	85.84a	79.29b
TAEB16	61.82c	71.61c	45.81h
TAEB17	58.81d	74.40b	95.81a
TAEB18	50.57g	68.76d	66.82d
TAEB19	88.21b	85.70a	79.49b
TAEB20	52.97f	71.67c	58.43e

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

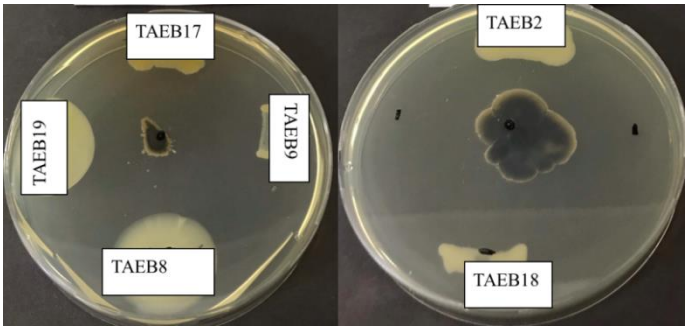
Buğdaydan izole edilen endofitik bakterilerin ***F.pseudograminearum, F.graminearum ve B.sorakiniana patojenlerine*** karşı antagonisitik aktiviterinde etkili oldukları görülmüştür (Çizelge 4). Elde edilen gözlem değerleri Elde edilen gözlem değerleri tek yönlü varyans analizi (ANOVA)'ne göre bakterilerin gösterdikleri etilerin ortalamaları arasındaki farklar ($p<0.001$) önemli bulunmuştur (Çizelge 5).



Şekil 2. Endofitik bakterilerin *F.pseudograminearum*'a karşı antagonistik aktiviteleri



Şekil 3. Endofitik bakterilerin *F.graminearum*'a karşı antagonistik aktiviteleri



Şekil 4. Endofitik Bakterilerin *B.sorakiniana*'ya karşı antagonistik aktiviteleri

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 5. Endofitik bakteri izolatlarının *F.pseudograminearum, F.graminearum ve B.sorakiniana* patojenlerine karşı varyans analiz tablosu

***F.pseudograminearum* Varyans Analiz Tablosu**					
Varyasyon Kaynakları	**SD**	**Kareler top.**	**Kareler ort.**	**F değeri**	**Pr>F**
İzolat	19	7017.78	369.36	2658.13	0.0001***
Hata	40	5.55815	0.14		
Genel	59	7023.34			
***F.graminearum* Varyans Analiz Tablosu**					
Varyasyon Kaynakları	**SD**	**Kareler top.**	**Kareler ort.**	**F değeri**	**Pr>F**
İzolat	19	7425.954	390.84	16346.22	0.0001***
Hata	40	0.956404	0.024		
Genel	59	7426.91			
***B.sorakiniana* Varyans Analiz Tablosu**					
Varyasyon Kaynakları	**SD**	**Kareler top.**	**Kareler ort.**	**F değeri**	**Pr>F**
İzolat	19	10015.42	527.13	2189.53	0.0001***
Hata	40	9.629956	0.24		
Genel	59	10025.05			

*** $p \leq 0.001$ seviyesinde önemli

4. SONUÇ

Pseudomonas spp. izolatlarının *F.pseudograminearum, F.graminearum ve B.sorakiniana patojenlerine* karşı antagonistik etki gösterdiği ve litik enzimler ürettiğini göstermiştir. İzolatların %80'i amilaz aktivitesinde en yüksek pozitif sonuç vermiştir. İzolatların çoğu ACC deaminaz aktivitesi ve fosfataz aktivitesinde de pozitif sonuç göstermiştir. (Tablo). Özetle, üretilen aktivitenin etkisi ve kalitesi izolatlara özgüdür. Sonuç olarak, son zamanlarda yapılan birçok çalışma *Pseudomonas* türlerinin fitopatojenik fungusların potansiyel biyolojik kontrol ajanları olduğunu bulmuştur (Dimki´c ve ark., 2022; Ren ve ark., 2021) ve izolatlarımızın biyolojik kontrolde potansiyel kullanımını değerlendirmek için daha fazla çalışma yapılacaktır.

KAYNAKLAR

Aktaş, H., Tunalı , B., Bostancıoğlu H. & Bayram, E. (1997). Reaction of some wheat varieties and lines against to root and foot-rot disease agents in the field and laboratory conditions. J. Turk. Phytopath, 26 (2-3) 61-68.

Bacon, C. W. & Hinton, D. M. (2007). Potential for control of seedling blight of wheat caused by *Fusarium graminearum* and related species using the bacterial endophyte *Bacillus mojavensis*. *Biocontrol Science and Technology*, *17*(1), 81–94. https://doi.org/10.1080/09583150600937006.

Bozoğlu, T., Derviş, S., Imren, M., Amer, M., Özdemir, F., Paulitz, T. C., Morgounov, A., Dababat, A. A., & Özer, G. (2022). Fungal Pathogens Associated with Crown and Root Rot of Wheat in Central, Eastern, and Southeastern Kazakhstan. *Journal of Fungi*, *8*(5), 417. https://doi.org/10.3390/jof8050417.

Carvalho, T. L., Balsemão-Pires, E., Saraiva RM, Ferreira, P. C. & Hemerly, A. S. (2014). Nitrogen signalling in plant interactions with associative and endophytic diazotrophic bacteria. *J. Exp. Bot., 65*:5631–42.

Chen, B., Luo, S., Wu, Y., Ye, J., Wang, Q., Xu, X., Pan, F., Khan, K.Y., Feng, Y., Yang, X. (2017). The effects of the endophytic bacterium *Pseudomonas fluorescens* Sasm05 and IAA on the plant growth and cadmium uptake of *Sedum alfredii* Hance. Front. Microbiol., 8, 2538.

Chen, T., Chen, Z., Ma, G. H., Du, B. H., Shen, B. & Ding, Y. Q. et al. (2014). Diversity and potential application of endophytic bacteria in ginger. *Genet Mol Res., 13*:4918–31.

Çelikten, M., & Bozkurt, İ. A. (2018). Buğday Kök Bölgesinden İzole Edilen Bakterilerin Buğday Gelişimine Olan Etkilerinin Belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 23*(1), 33-48.

Demirci, F. 2003. Bazı buğday çeşitlerinin önemli kök ve kök boğazı hastalık etmenleri (*Fusarium spp., Bipolaris sorokiniana*)' e karşı reaksiyonlarının belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi, 9* (4) ; 460-466.

Dimki´c, I., Janakiev, T., Petrovi´c, M., Degrassi, G. & Fira, D. (2022). Plant-associated *Bacillus* and *Pseudomonas* antimicrobial activities in plant disease suppression via biological control mechanisms-A review. *Physiol. Mol. Plant Pathol., 117*, 101754.

Dyer, A.T., Johnston, R. H., Hogg, A. C. & Johnston, J. A. (2009). Comparison of pathogenicity of the *Fusarium* crown rot (FCR) complex (*F. culmorum, F. pseudograminearum* and *F. graminearum*) on hard red spring and durum wheat. *Eur. J. Plant Pathol., 125*, 387–395..

Gardner, J. M., Chandler, J. L. & Feldman, A. W. (1984). Growth promotion and inhibition by antibiotic producing fluorescent *Pseudomonads citrus* roots. *Plant and Soil, 77*, 103–113.

Gond, S. K., Bergen, M. S., Torres, M. S. & Jr White, J. F. (2015). Endophytic *Bacillus* spp. produce antifungal lipopeptides and induce host defence gene expression in maize. *Microbiol Res., 172*:79–87.

Holt, G. J., Krieg, N. R., Sneath, P. H., Staley, J. T., & Williams, S. T. (1994). In: Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. ninth ed. The Williams and Wilkins Pub., M. D., USA. Growth Applied and Environmental Microbiology, 66, 948–955.

Ibrahim, E., Nasser, R., Hafeez, R., Ogunyemi, S. O., Abdallah, Y., Khattak, A. A., Shou, L., Zhang, Y., Ahmed, T., Atef Hatamleh, A., Abdullah Al-Dosary, M., M. Ali, H., Luo, J., & Li, B. (2023). Biocontrol Efficacy of Endophyte *Pseudomonas poae* to Alleviate *Fusarium* Seedling Blight by Refining the Morpho-Physiological Attributes of Wheat. Plants, 12(12), 2277. https://doi.org/10.3390/plants12122277.

Ji, P., & Wilson, M. (2002). Assessment of the importance of similarity in carbon source utilization profiles between the biological control agent and the pathogen in bilogical control of bacterial speck of tomato. Applied and Environmental Microbiology, 68, 4383–4389. https://doi.org/10.1128/AEM.68.9.4383-4389.2002.

Klement, Z. and Goodman, R.N. (1967). The Hypersensitive Reaction to Infection by Bacterial Plant Pathogens. Annual Review of Phytopathology, 5, 17-44. https://doi.org/10.1146/annurev.py.05.090167.000313.

Gökçe, A. Y., & Kotan, R. (2016). Buğday kök çürüklüğüne neden olan *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.)'ya karşı PGPR ve biyoajan bakterileri kullanılarak kontrollü koşullarda biyolojik mücadele imkanlarının araştırılması. Plant Protection Bulletin / Bitki Koruma Bülteni, 56(1), 49–75.

Larran, S., Perelló, A., Simón, M. R. & Moreno, V. (2002). Isolation and analysis of endophytic microorganisms in wheat (*Triticum aestivum* L.) leaves. *World J. Microbiol. Biotechnol.,18*:683–6.

Li, C.H., Shi, L., Han, Q., Hu, H.L., Zhao, M. W. & Tang, C. M., et al. (2012). Biocontrol of *Verticillium* wilt and colonisation of cotton plants by an endophytic bacterial isolate. J Appl Microbiol. 2012;113:641–51.

Liu, Y., Zhu, G., Zhu, Z., Chen, L., Niu, H., He, W., Tong, H., Song, J., Zhang, Y. & Ma, D. (2021). Investigation and Genome-Wide Association Analysis of *Fusarium* Seedling Blight Resistance in Chinese Elite Wheat Lines. *Front Plant Sci., 12*, 777.

Mamluk, O. F., L. Çetin, H. J. Braun, N. Bulat, L. Bertschinger, M. Makhouk, A. F. Yı ld ı rı m, E. E. Saari, N. Zencirci, S. Albustan, S. Çal ı , S. P. S. Benival and F. Dü şünceli, (1997). Current status of wheat and barley diseases in the Central Anatolian Planteau of Turkey. Phytopathologia Mediterranea, 36 (3) 167-181.

Mei, C. & Flinn, B. S. (2010). The use of beneficial microbial endophytes for plant biomass and stress tolerance improvement. *Recent Pat. Biotechnol., 4*:81–95.

Qin, S., Zhang, YJ., Yuan, B. et al. (2014). Isolation of ACC deaminase-producing habitat-adapted symbiotic bacteria associated with halophyte Limonium sinense (Girard) Kuntze and evaluating their plant growth-promoting activity under salt stress. Plant Soil 374, 753–766. https://doi.org/10.1007/s11104-013-1918-3.

Reinhold-Hurek, B. & Hurek, T. (2011). Living inside plants: bacterial endophytes. *Curr. Opin. Plant Biol., 14*:435–43.

Ren, Y.; Yao, M., Chang, P., Sun, Y., Li, R., Meng, D., Xia, X. & Wang, Y. (2021). Isolation and characterization of a *Pseudomonas poae* JSU-Y1with patulin degradation ability and biocontrol potential against *Penicillium expansum*. *Toxicon, 195*, 1–6.

Singh, M., Srivastava, M., Kumar, A., Singh, A. & Pandey, K. (2020). Endophytic bacteria in plant disease management. In Microbial endophytes; Woodhead Publishing: Soston, UK, pp. 61–89.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Tariq, M., Hameed, S., Yasmeen, T., Zahid, M. & Zafar, M. (2014). Molecular characterisation and identification of plant growth promoting endophytic bacteria isolated from the root nodules of pea (*Pisum sativum* L). *World J. Microbiol. Biotechnol., 30*:719–25.

Teli, B., Jyotika, P., Md, M., Rashid, A., Abdul, K.J. & Anirudha, C. (2020). Omics insight on *Fusarium* head blight of wheat for translational research perspective. *Curr. Genomics, 21*, 411–428.

Yu, D., Zhang, S., Li, X., Xu, J.-R., Schultzhaus, Z. & Jin, Q.A. (2017). Gin4-like protein kinase GIL1 involvement in hyphal growth, asexual development, and pathogenesis in *Fusarium graminearum*. *Int. J. Mol. Sci., 18*, 424.

Zhang, X., Gao, J. S., Cao, Y. H., Sheirdil, R. A., Wang, X. C. & Zhang, L. (2015). Isolation and proposal novel rice promoting endophytic bacteria, *Rhizobium oryzicola* sp. nov. *Int J Syst Evol Microbiol., 65*:2931–6.

Zvyagintsev, D. G. (1991). Methods for Soil Microbiology and Biochemistry. Moscow State University, Moscow. (303 p.) (In Russian).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

TEKNOLOJİ BAĞIMLILIĞININ AİLE YAŞANTISI ÜZERİNE ETKİSİNİN BİRLİKTELİK ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof. Dr. Kinyas POLAT
Sinop Üniversitesi,
kpolat@sinop.edu.tr – 0000-0003-4574-1286

Prof. Dr. Selahattin BARDAK
Sinop Üniversitesi,
sbardak@sinop.edu.tr - 0000-0001-9724-4762

ÖZET

Teknoloji, günümüzde hemen her alanda yaygın olarak kullanılmakta ve bireylerin yaşamlarının vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Teknolojinin sağladığı kolaylıklar ve avantajlar, bireylerin iş, eğitim, sosyal hayat ve iletişim süreçlerini büyük ölçüde kolaylaştırmaktadır. Ancak, teknolojinin aşırı kullanımı, zamanla teknoloji bağımlılığı gibi ciddi bir soruna yol açabilmektedir. Teknoloji bağımlılığı, bireylerin aile yaşantılarını, sosyal ilişkilerini ve hatta duygusal sağlıklarını farklı şekillerde etkileyebilmektedir. Bu etkiler, bireyden bireye farklılık göstermektedir.

Yapılan bu çalışmada teknoloji bağımlılığının aile yaşantısı üzerine etkisini belirleyebilmek için birliktelik analizi kullanılmıştır. Birliktelik analizi, özellikle büyük veri setlerinde sık kullanılan öğeler arasındaki ilişkileri belirlemek için kullanılan etkili bir veri madenciliği yöntemidir. Eğitim, pazarlama, sağlık ve sosyoloji gibi birçok farklı alanda yaygın olarak kullanılan bu yöntem, teknoloji bağımlılığı ile aile yaşantısı arasındaki bağlantıların belirlenmesinde de değerli bilgiler sunmaktadır.

Birliktelik analizi için verilerin elde edilmesinde 13 sorudan oluşan soru formu hazırlanmıştır. Bu soru formu 18 yaş ve üzeri 109 kişiye uygulanmıştır. Soru formunda elde edilen veriler RapidMiner yazılımından faydalanılarak birliktelik analizi ile değerlendirilmiştir. Birliktelik analizinde en düşük güven seviyesi %70 olarak belirlenmiştir.

Yapılan birliktelik analizi sonucu %70 ve üstü güven seviyesine sahip 200 adet birliktelik kuralı elde edilmiştir. Bu kurallar, teknoloji bağımlılığının aile yaşantısındaki etkilerine ilişkin önemli çıkarımlar yapılmasını sağlamıştır.

Teknoloji bağımlılığının aile yaşantısına etkilerini çeşitli modeller ve yöntemler kullanarak inceleyen çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Bu çalışma, literatürdeki bu boşluğu doldurmayı amaçlamakta ve konuya dair yeni perspektifler sunmaktadır. Bu çalışma ile ileride bu alanda çalışma yapacak araştırmacılara faydalı bilgiler sunacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler : Teknoloji Bağımlılığı, Birliktelik Analizi, Aile Yaşantısı

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

EVALUATION OF THE EFFECT OF TECHNOLOGY ADDICTION ON FAMILY LIFE WITH COLLABORATION ANALYSIS

ABSTRACT

Today, technology is widely used in almost every field and has become an indispensable part of individuals' lives. The conveniences and advantages provided by technology greatly facilitate the business, education, social life and communication processes of individuals. However, excessive use of technology can lead to a serious problem such as technology addiction over time. Technology addiction can affect individuals' family lives, social relationships, and even emotional health in different ways. These effects vary from person to person.

In this study, association analysis was used to determine the effect of technology addiction on family life. Association analysis is an effective data mining method used to identify relationships between frequently used items, especially in large data sets. This method, which is widely used in many different fields such as education, marketing, health and sociology, also provides valuable information in determining the connections between technology addiction and family life.

A questionnaire consisting of 13 questions was prepared to obtain data for association analysis. This questionnaire was applied to 109 people aged 18 and over. The data obtained from the questionnaire was evaluated using association analysis using the RapidMiner software. The lowest confidence level in the association analysis was determined as 70%.

As a result of the association analysis, 200 association rules with a confidence level of 70% and above were obtained. These rules have enabled important inferences to be made regarding the effects of technology addiction on family life.

The number of studies examining the effects of technology addiction on family life using various models and methods is quite limited. This study aims to fill this gap in the literature and offers new perspectives on the subject. It is thought that this study will provide useful information to researchers who will work in this field in the future.

Keywords : Technology Addiction, Association Analysis, Family Life

1. GİRİŞ

Teknoloji, günümüz toplumlarının vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Günlük yaşamdan profesyonel alanlara kadar her yerde, teknolojinin etkin kullanımı dikkat çekmektedir. Sağlık, eğitim, mühendislik, pazarlama, iletişim gibi sektörlerde teknoloji, hem süreçleri hızlandıran hem de kaliteyi artıran bir araç olarak öne çıkmaktadır. Özellikle son yıllarda dijital dönüşüm, teknoloji kullanımını büyük ölçüde artırmıştır. Bu süreçte akıllı telefonlar, sosyal medya, yapay zeka ve bulut teknolojileri gibi araçlar, bireylerin ve toplumların teknolojiye bağımlılığını

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

derinleştirmiştir. 2023 yılında yapılan bir çalışmaya göre, dünya genelinde internet ve sosyal medya kullanıcılarının sayısı her yıl %10'un üzerinde bir artış göstermektedir [1].

Teknolojinin kontrolsüz kullanımı, teknoloji bağımlılığı olarak adlandırılabilecek bir davranış bozukluğuna yol açabilmektedir. Bu bağımlılık, bireylerin aile içi iletişim, iş ve sosyal ilişkiler gibi yaşamın önemli alanlarını etkileyebilir. Örneğin, teknolojinin aşırı kullanımı, ebeveyn-çocuk etkileşimlerinde azalmaya ve aile içi bağların zayıflamasına neden olabilir. 2019 yılında yapılan bir araştırma, teknoloji bağımlılığı olan bireylerin aile bireyleriyle geçirdiği zamanın %40 oranında azaldığını ortaya koymuştur [2].

Birliktelik analizi, veri madenciliği yöntemlerinden biridir ve büyük veri setleri içinde anlamlı ilişkiler bulmaya yönelik bir tekniktir. Özellikle perakende sektöründe, müşteri alışkanlıklarını belirlemek için sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin, marketlerde sepet analizi yapılarak hangi ürünlerin birlikte satın alındığı analiz edilebilir. Eğitim sektöründe birliktelik analizi, öğrencilerin öğrenme kalıplarını keşfetmek için kullanılabilirken, sağlık sektöründe hastalıkların ortak semptomlarını veya ilaç kullanım desenlerini belirlemede fayda sağlayabilir [3].

Teknoloji bağımlılığının aile yaşantısı üzerindeki etkilerini analiz etmek için birliktelik analizi yöntemleri kullanılabilir. Örneğin, bir çalışmada, teknoloji bağımlılığı olan bireylerin uyku düzenleri, aile içi tartışma sıklıkları ve sosyal etkinliklere katılım düzeyleri arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir [4]. Bu analizler, teknolojinin bireylerin ve ailelerin yaşam kalitesine etkisini daha net bir şekilde anlamamıza olanak tanımaktadır.

Yapılan bu çalışmada teknoloji bağımlılığının aile yaşantısı üzerine etkisi birliktelik analizi kullanılarak değerlendirilmiştir.

2. UYGULAMALAR

Yapılan çalışmada birliktelik analizinde kullanılacak veriler 13 sorundan oluşan bir soru formu yardımıyla elde edilmiştir. Soru formu 18 yaş ve üzeri 109 kişiye uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan soru formu aşağıda verilmiştir.

1. Yaşınız?
   - 18-35
   - 36-55
   - 56 ve üzeri
2. Cinsiyetiniz?
   - Kadın
   - Erkek
3. Medeni Durumunuz?
   - Evli
   - Bekar

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

4. Eğitim Durumunuz?
- İlköğretim
- Lise
- Üniversite
- Yüksek Lisans/Doktora

5. Çocuk Durumu?
- Yok
- Var

6. Çalışma Durumunuz?
- Çalışıyor
- Çalışmıyor
- Öğrenci

7. Günde ortalama kaç saat teknolojiyle vakit geçiriyorsunuz? (telefon, bilgisayar, tablet vb.)
- 1 saatten az
- 1-3 saat
- 3-5 saat
- 5 saatten fazla

8. Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor?
- Olumlu
- Olumsuz
- Nötr

9. Eşinizle veya çocuklarınızla vakit geçirirken teknoloji kullanımınız ne sıklıkla ilişkilerinize engel oluyor?
- Hiçbir zaman
- Nadiren
- Sık sık
- Her zaman

10. Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu?
- Evet
- Hayır

11. Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz?
- Akıllı telefon
- Tablet
- Bilgisayar
- Televizyon
- Diğer

12. Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor?
- Bağlarımızı güçlendiriyor (örneğin film izlemek, oyun oynamak)
- Bağlarımızı zayıflatıyor (örneğin dikkat dağılması, yüz yüze iletişim azalması)
- Etkisi yok

13. Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı?

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

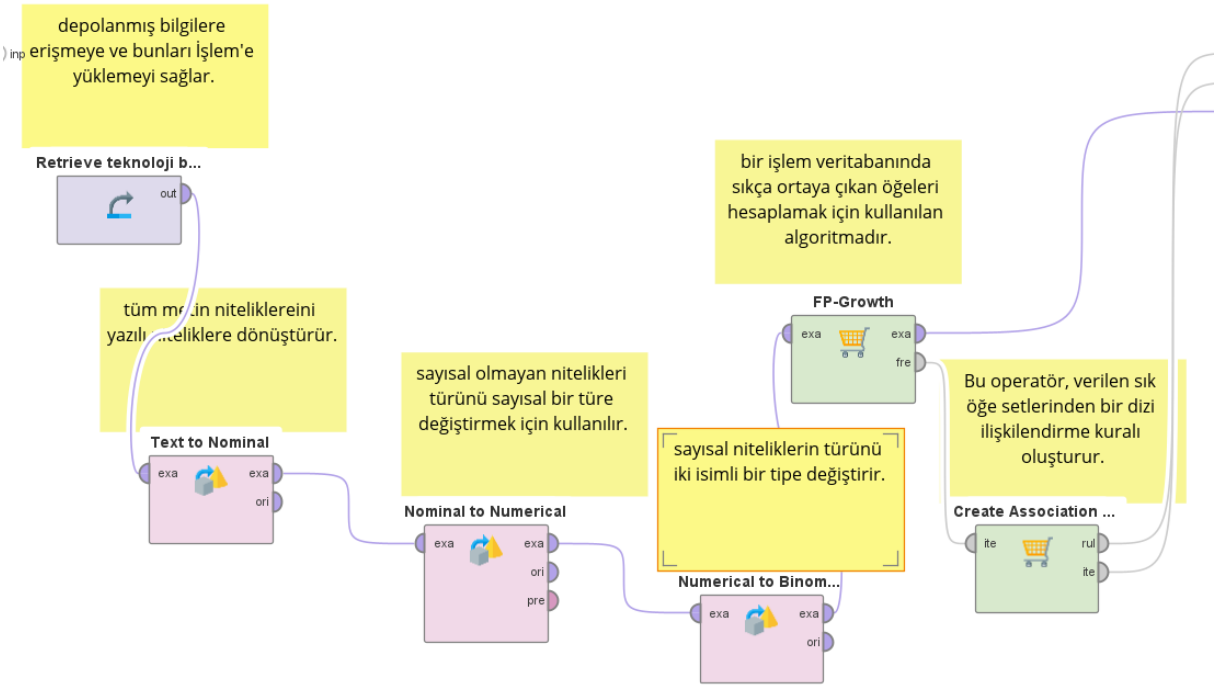
- Evet
- Hayır

Yukarıda soru formundan elde edilen veriler, veri madenciliği süreçlerini kolaylaştırmak amacıyla sıklıkla kullanılan bir yazılım olan RapidMiner yazılımından faydalanılarak birliktelik analizi ile değerlendirilmiştir. Birliktelik analizi, özellikle büyük veri setleri içindeki öğeler arasında ilişkileri keşfetmek ve bu ilişkileri anlamlı hale getirmek için kullanılan popüler bir veri madenciliği yöntemidir [3]. Bu analiz, müşteri davranışlarının incelenmesinden sağlık verilerindeki anomalilerin tespitine kadar geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir. Çalışmada, birliktelik kurallarını çıkarmak ve bu kuralların destek ve güven değerlerini hesaplamak amacıyla FP-Growth algoritması tercih edilmiştir.

FP-Growth algoritması, veri setini sık sık bir arada görülen öğe kümeleri açısından analiz ederken bellek kullanımı ve işlem süresi bakımından oldukça verimli bir yöntemdir. Han ve arkadaşları (2000) tarafından önerilen bu algoritma, Apriori algoritmasına kıyasla büyük veri setlerinde daha hızlı sonuçlar üretir çünkü tüm olası öğe kombinasyonlarını tekrar tekrar taramak yerine, sıklık tabanlı bir veri yapısı olan FP-Tree (Frequent Pattern Tree) oluşturur. Bu yapı sayesinde veriler sık sık bir arada görülen öğe kümeleri halinde organize edilir ve gereksiz veri tekrarları önlenir [5].

Bu çalışmada FP-Growth algoritması, veriler arasındaki temel ilişkileri ortaya çıkararak anlamlı birliktelik kuralları elde edilmesine olanak sağlamıştır.

FP-Growth analizi uygulanabilmesi için kullanılan proses Görsel 1'de verilmiştir.



Görsel 1. FP-Growth algoritmasında birliktelik analizi için kurulan proses

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Yukarıdaki görselde de görüldüğü üzere her operatörün bir görevi bulunmaktadır. Bu operatörleri birbirine bağlamak suretiyle istenilen analizlerin gerçekleştirilebilmesini sağlayan prosesler elde edilmektedir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Teknoloji bağımlılığının akademik başarı üzerine etkisi belirlemek için yapılan birliktelik analizi sonucu 200 adet %70 ve üstü güvenirliliğe sahip birliktelik kuralları elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen bu kurallar bazıları aşağıda verilmiştir.

[Çocuk Durumu = Yok] --> [Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon] (confidence: 0.700)
[Eğitim Durumunuz = Üniversite] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr] (confidence: 0.702)
[Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Etkisi yok] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır] (confidence: 0.706)
[Medeni Durumunuz = Bekar, Çocuk Durumu = Yok] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Yaşınız = 18-35] (confidence: 0.708)
[Yaşınız = 18-35] --> [Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon] (confidence: 0.712)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr] --> [Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon] (confidence: 0.714)
[Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Evet] --> [Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Evet] (confidence: 0.714)
[Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon, Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr] --> [Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır] (confidence: 0.720)
[Eğitim Durumunuz = Üniversite] --> [Yaşınız = 18-35, Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 0.723)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır] --> [Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Etkisi yok] (confidence: 0.727)
[Medeni Durumunuz = Bekar, Çocuk Durumu = Yok] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr] (confidence: 0.729)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır] --> [Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır, Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Etkisi yok] (confidence: 0.729)
[Yaşınız = 18-35] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr] (confidence: 0.731)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[Ailenizle vakit geçirirken teknoloji kullanımınız ne sıklıkla ilişkilerinize engel oluyor? = Nadiren] --> [Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon] (confidence: 0.740)
[Medeni Durumunuz = Bekar] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr] (confidence: 0.740)
[Çocuk Durumu = Yok] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr] (confidence: 0.740)
[
[Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır] (confidence: 0.750)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır] --> [Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Etkisi yok] (confidence: 0.750)
[Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon, Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır] --> [Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır] (confidence: 0.756)
[Yaşınız = 18-35, Medeni Durumunuz = Bekar] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 0.756)
[Yaşınız = 18-35, Medeni Durumunuz = Bekar, Çocuk Durumu = Yok] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr] (confidence: 0.756)
[Yaşınız = 18-35, Çocuk Durumu = Yok] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr] (confidence: 0.761)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır, Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır] --> [Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Etkisi yok] (confidence: 0.778)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Etkisi yok] --> [Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır] (confidence: 0.783)
[Yaşınız = 36-55] --> [Medeni Durumunuz = Evli, Çalışma Durumunuz = Çalışıyor] (confidence: 0.795)
[Çocuk Durumu = Var] --> [Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon] (confidence: 0.797)
[Medeni Durumunuz = Evli] --> [Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon, Çocuk Durumu = Var] (confidence: 0.797)
[Çocuk Durumu = Var] --> [Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon, Medeni Durumunuz = Evli] (confidence: 0.797)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr] (confidence: 0.800)
[Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon, Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr] (confidence: 0.800)
[Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır, Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Etkisi yok] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır] (confidence: 0.814)
[Yaşınız = 36-55] --> [Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon] (confidence: 0.818)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır] --> [Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır] (confidence: 0.818)
[Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr] (confidence: 0.821)
[Medeni Durumunuz = Evli, Çalışma Durumunuz = Çalışıyor] --> [Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon] (confidence: 0.825)
[Medeni Durumunuz = Evli, Yaşınız = 36-55] --> [Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon] (confidence: 0.825)
[Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Evet] --> [Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Evet] (confidence: 0.833)
[Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Etkisi yok] --> [Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır] (confidence: 0.843)
[Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır, Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr] (confidence: 0.849)
[Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon, Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır] --> [Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır] (confidence: 0.850)
[Çocuk Durumu = Var, Yaşınız = 36-55] --> [Çalışma Durumunuz = Çalışıyor] (confidence: 0.850)
[Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Evet] --> [Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon] (confidence: 0.857)
[Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır, Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Etkisi yok] --> [Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır] (confidence: 0.860)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[Yaşınız = 18-35] --> [Medeni Durumunuz = Bekar] (confidence: 0.865)
[Yaşınız = 18-35] --> [Medeni Durumunuz = Bekar, Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 0.865)
[Çalışma Durumunuz = Çalışıyor] --> [Çocuk Durumu = Var] (confidence: 0.867)
[Çalışma Durumunuz = Çalışıyor] --> [Medeni Durumunuz = Evli, Çocuk Durumu = Var] (confidence: 0.867)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Etkisi yok] --> [Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır] (confidence: 0.870)
[Medeni Durumunuz = Evli, Yaşınız = 36-55] --> [Çalışma Durumunuz = Çalışıyor] (confidence: 0.875)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır, Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Etkisi yok] --> [Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır] (confidence: 0.875)
[Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Evet] --> [Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon] (confidence: 0.881)
[Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır] --> [Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır] (confidence: 0.883)
[
[Yaşınız = 18-35, Medeni Durumunuz = Bekar, Çocuk Durumu = Yok] --> [Çalışma Durumunuz = Öğrenci] (confidence: 0.889)
[Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon, Çalışma Durumunuz = Çalışıyor] --> [Medeni Durumunuz = Evli] (confidence: 0.892)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Yaşınız = 18-35] --> [Medeni Durumunuz = Bekar] (confidence: 0.895)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Yaşınız = 18-35] --> [Medeni Durumunuz = Bekar, Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 0.895)
[Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır, Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Etkisi yok] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır] (confidence: 0.897)
[Cinsiyetiniz = Kadın] --> [Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon] (confidence: 0.900)
[Çocuk Durumu = Yok] --> [Yaşınız = 18-35, Medeni Durumunuz = Bekar] (confidence: 0.900)
[Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Etkisi yok] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr] (confidence: 0.902)
[Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Bağlarımızı zayıflatıyor (örneğin dikkat dağılması, yüz yüze iletişim azalması)] --> [Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon] (confidence: 0.911)
[Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon, Yaşınız = 36-55] --> [Medeni Durumunuz = Evli] (confidence: 0.917)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Medeni Durumunuz = Bekar] --> [Yaşınız = 18-35] (confidence: 0.919)
[Çalışma Durumunuz = Çalışıyor, Yaşınız = 36-55] --> [Çocuk Durumu = Var] (confidence: 0.919)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Medeni Durumunuz = Bekar] --> [Yaşınız = 18-35, Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 0.919)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Çocuk Durumu = Yok] --> [Yaşınız = 18-35, Medeni Durumunuz = Bekar] (confidence: 0.919)
[Çalışma Durumunuz = Çalışıyor, Yaşınız = 36-55] --> [Medeni Durumunuz = Evli, Çocuk Durumu = Var] (confidence: 0.919)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Yaşınız = 18-35] --> [Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 0.921)
[Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır, Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Etkisi yok] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr] (confidence: 0.923)
[Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır, Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Etkisi yok] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr] (confidence: 0.930)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır] --> [Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır] (confidence: 0.938)
[Medeni Durumunuz = Bekar, Çocuk Durumu = Yok] --> [Yaşınız = 18-35] (confidence: 0.938)
[Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon, Çocuk Durumu = Yok] --> [Medeni Durumunuz = Bekar] (confidence: 0.943)
[Çocuk Durumu = Yok, Eğitim Durumunuz = Üniversite] --> [Medeni Durumunuz = Bekar] (confidence: 0.943)
[Yaşınız = 18-35, Eğitim Durumunuz = Üniversite] --> [Medeni Durumunuz = Bekar, Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 0.943)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Medeni Durumunuz = Bekar] --> [Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 0.946)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Çocuk Durumu = Yok] --> [Medeni Durumunuz = Bekar] (confidence: 0.946)
[Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır, Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır, Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Etkisi yok] --> [Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr] (confidence: 0.946)
[Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır, Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Etkisi yok] --> [Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır] (confidence: 0.949)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon, Medeni Durumunuz = Evli] --> [Çocuk Durumu = Var] (confidence: 0.959)
[Medeni Durumunuz = Bekar] --> [Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 0.960)
[Çocuk Durumu = Yok] --> [Medeni Durumunuz = Bekar] (confidence: 0.960)
[Medeni Durumunuz = Evli] --> [Çocuk Durumu = Var] (confidence: 0.966)
[Çocuk Durumu = Var] --> [Medeni Durumunuz = Evli] (confidence: 0.966)
[Yaşınız = 18-35, Çocuk Durumu = Yok, Eğitim Durumunuz = Üniversite] --> [Medeni Durumunuz = Bekar] (confidence: 0.971)
[Çocuk Durumu = Yok, Eğitim Durumunuz = Üniversite] --> [Yaşınız = 18-35] (confidence: 0.971)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Yaşınız = 18-35, Çocuk Durumu = Yok] --> [Medeni Durumunuz = Bekar] (confidence: 0.971)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Medeni Durumunuz = Bekar, Çocuk Durumu = Yok] --> [Yaşınız = 18-35] (confidence: 0.971)
[Medeni Durumunuz = Evli, Çalışma Durumunuz = Çalışıyor, Yaşınız = 36-55] --> [Çocuk Durumu = Var] (confidence: 0.971)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Aile bireylerinizden herhangi biri sizden teknoloji kullanımınız hakkında şikayet ediyor mu = Hayır, Aile bireylerinizle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımı nasıl etkiliyor = Etkisi yok] --> [Teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadınız mı = Hayır] (confidence: 0.972)
[Medeni Durumunuz = Evli, Çalışma Durumunuz = Çalışıyor] --> [Çocuk Durumu = Var] (confidence: 0.975)
[Medeni Durumunuz = Evli, Yaşınız = 36-55] --> [Çocuk Durumu = Var] (confidence: 0.975)
[Çocuk Durumu = Var, Yaşınız = 36-55] --> [Medeni Durumunuz = Evli] (confidence: 0.975)
[Yaşınız = 18-35, Çocuk Durumu = Yok] --> [Medeni Durumunuz = Bekar] (confidence: 0.978)
[Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon, Çocuk Durumu = Var] --> [Medeni Durumunuz = Evli] (confidence: 1.000)
[Aile içinde hangi teknolojik cihazları en sık kullanıyorsunuz = Akıllı Telefon, Medeni Durumunuz = Bekar] --> [Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 1.000)
[Çocuk Durumu = Var, Çalışma Durumunuz = Çalışıyor] --> [Medeni Durumunuz = Evli] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-35, Medeni Durumunuz = Bekar] --> [Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-35, Çalışma Durumunuz = Öğrenci] --> [Medeni Durumunuz = Bekar] (confidence: 1.000)
[Medeni Durumunuz = Bekar, Çalışma Durumunuz = Öğrenci] --> [Yaşınız = 18-35] (confidence: 1.000)
[Çalışma Durumunuz = Öğrenci] --> [Yaşınız = 18-35, Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-35, Çalışma Durumunuz = Öğrenci] --> [Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 1.000)
[Çocuk Durumu = Yok, Çalışma Durumunuz = Öğrenci] --> [Yaşınız = 18-35] (confidence: 1.000)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[Medeni Durumunuz = Bekar, Eğitim Durumunuz = Üniversite] --> [Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 1.000)
[Çalışma Durumunuz = Öğrenci] --> [Medeni Durumunuz = Bekar, Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 1.000)
[Medeni Durumunuz = Bekar, Çalışma Durumunuz = Öğrenci] --> [Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 1.000)
[Çocuk Durumu = Yok, Çalışma Durumunuz = Öğrenci] --> [Medeni Durumunuz = Bekar] (confidence: 1.000)
[Teknoloji kullanımınızın aile içindeki ilişkilerinizi nasıl etkiliyor = Nötr, Yaşınız = 18-35, Medeni Durumunuz = Bekar] --> [Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 1.000)
[Çocuk Durumu = Var, Çalışma Durumunuz = Çalışıyor, Yaşınız = 36-55] --> [Medeni Durumunuz = Evli] (confidence: 1.000)
[Medeni Durumunuz = Bekar, Eğitim Durumunuz = Üniversite] --> [Yaşınız = 18-35, Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-35, Medeni Durumunuz = Bekar, Eğitim Durumunuz = Üniversite] --> [Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 1.000)
[Medeni Durumunuz = Bekar, Çocuk Durumu = Yok, Eğitim Durumunuz = Üniversite] --> [Yaşınız = 18-35] (confidence: 1.000)
[Çalışma Durumunuz = Öğrenci] --> [Yaşınız = 18-35, Medeni Durumunuz = Bekar, Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-35, Çalışma Durumunuz = Öğrenci] --> [Medeni Durumunuz = Bekar, Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 1.000)
[Medeni Durumunuz = Bekar, Çalışma Durumunuz = Öğrenci] --> [Yaşınız = 18-35, Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-35, Medeni Durumunuz = Bekar, Çalışma Durumunuz = Öğrenci] --> [Çocuk Durumu = Yok] (confidence: 1.000)
[Çocuk Durumu = Yok, Çalışma Durumunuz = Öğrenci] --> [Yaşınız = 18-35, Medeni Durumunuz = Bekar] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-35, Çocuk Durumu = Yok, Çalışma Durumunuz = Öğrenci] --> [Medeni Durumunuz = Bekar] (confidence: 1.000)
[Medeni Durumunuz = Bekar, Çocuk Durumu = Yok, Çalışma Durumunuz = Öğrenci] --> [Yaşınız = 18-35] (confidence: 1.000)

Çalışmada elde edilen birliktelik kurallarından bazılarının açıklaması aşağıda verilmiştir.

%71.4 güvenirlilik ile aile bireylerinden herhangi birinin teknoloji kullanımından şikayet ettiğini söyleyen kişilerin teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşadığını söylemişlerdir.

%74 güven seviyesi ile ailesiyle vakit geçirirken teknoloji kullanımının ilişkilerine nadiren engel olduğunu söyleyen kişilerin aile içerisinden en çok teknolojik cihaz olarak akıllı telefon kullandıklarını söylemişlerdir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

%80 güven seviyesi ile aile bireylerinizden herhangi birinin teknoloji kullanımınızdan şikayet etmeyen kişilerin teknoloji kullanımının aile içindeki ilişkileri etkilemediğini söylemişlerdir.

%81.8 güven seviyesi ile teknoloji kullanımının aile içindeki ilişkileri etkilemediğini ve teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içerisinde çatışmalar yaşamadığını söyleyen kişilerin aile bireylerinden herhangi birinin teknoloji kullanımından dolayı şikayet etmediğini söylemişlerdir.

%85 güven seviyesi ile aile içerisinde teknolojik cihaz olarak en çok akıllı telefon kullandıklarını ve aile bireylerinden herhangi birinin teknoloji kullanımı hakkında şikayet etmediğini söyleyen kişilerin teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içerinde çatışmalar yaşamadıklarını söyledikleri belirlenmiştir.

%91.1 güven seviyesi ile aile bireyleriyle vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımının bağlarını zayıflattığını (örneğin dikkat dağılması, yüz yüze iletişim azalması) söyleyen kişilerin aile içerisinde teknolojik cihazlardan en fazla akıllı telefon kullandıkları belirlenmiştir.

%91.9 güven ile teknoloji kullanımının aile içerindeki ilişkileri etkilemediğini ve çocuğu olmayan kişilerin yaşlarının 18-35 arasında ve medeni durumlarının bekar olduğu tespit edilmiştir.

%94.6 güven seviyesi ile teknoloji bağımlılığı nedeniyle aile içi çatışmalar yaşamadığını, aile bireylerinden herhangi birinin teknolojik alet kullanımından şikayet etmediğini ve aile bireyleriyle birlikte vakit geçirirken teknolojik cihaz kullanımının etkisinin olmadığını söyleyen kişilerin teknoloji kullanımının aile içerisindeki ilişkileri etkilemediğini söylemişlerdir.

%100 güven ile medeni durumu bekar, çocuğu olamayan ve öğrenci olan kişilerin yaşlarının 18-35 arasında değiştiği belirlenmiştir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan çalışmada teknoloji bağımlılığının aile yaşantısı üzerine etkisi birliktelik analizi kullanılarak belirlenmiştir. Çalışmada aile bireyleri arasındaki ilişkileri, iletişim kalitesini ve teknoloji kullanım alışkanlıklarının bu ilişkilere etkisini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Yapılan çalışma sonucunda %70 ve üstü güvenirliliğe sahip 200 birliktelik kuralı elde edilmiştir. Bu kurallar, aile bireylerinin teknoloji kullanım alışkanlıkları ile aile içi iletişim, ortak aktivitelerde bulunma sıklığı ve duygusal bağlar arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmıştır.

Birliktelik analizi kullanılarak aile içi yaşantıları değerlendiren çalışmaların sayısı, literatürde oldukça sınırlıdır. Çoğu çalışma, bireylerin genel teknoloji kullanım alışkanlıklarına veya bağımlılıklarının bireysel etkilerine odaklanırken, bu çalışmada teknoloji kullanımının aile içi dinamikler üzerindeki etkisi ele alınmıştır. Bu yönüyle çalışma, bu alanda bir ilk olmasa da, yeni bir perspektif sunarak literatüre önemli bir katkı sağlamaktadır. Elde edilen bulgular,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ileride bu alanda araştırma yapacak akademisyenlere ve aile danışmanlarına rehberlik edebilecek nitelikte bilgiler sunacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Smith, J., Brown, P., & Lee, H. (2023). Global digital trends: Social media and internet use statistics. *Journal of Digital Studies, 15*(3), 45–67.

[2] Johnson, R., Carter, D., & Fields, M. (2019). The impact of technology addiction on family dynamics. *Journal of Family Psychology*, *35*(4), 215–223.

[3] Han, J., & Kamber, M. (2022). *Data mining: Concepts and techniques* (4th ed.). Elsevier.

[4] Lee, S., & Kim, J. (2020). Association rule mining in family communication studies. *International Journal of Data Science and Analytics, 8*(3), 122–135.

[5] Han, J., Pei, J., & Yin, Y. (2000). Mining frequent patterns without candidate generation. *Proceedings of the 2000 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data,* 29(2), 1–12.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

GÖĞÜS RÖNTGENİ GÖRÜNTÜLERİNDEN AKCİĞER ENFEKSİYONLARININ RESNET-152 DERİN ÖĞRENME MODELİ İLE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Prof. Dr. Kinyas POLAT
Sinop Üniversitesi,
kpolat@sinop.edu.tr – 0000-0003-4574-1286

Prof. Dr. Selahattin BARDAK
Sinop Üniversitesi,
sbardak@sinop.edu.tr - 0000-0001-9724-4762

ÖZET

Bu çalışma, ResNet-152 derin öğrenme modelinin göğüs röntgeni görüntülerini normal ve pnömoni kategorilerine sınıflandırmadaki etkinliğini incelemektedir. Veri seti, %70 eğitim, %15 doğrulama ve %15 test alt kümelerine bölünmüştür. Eğitim sırasında model, doğrulama setinde %97,30 doğruluk elde etmiştir. 879 görüntüden oluşan test veri setinde ise genel doğruluk oranı %98,20 olarak kaydedilmiştir. Pnömoni sınıfında model, %99 kesinlik, %99 duyarlılık ve %99 F1-skoru ile enfekte vakaları neredeyse kusursuz bir şekilde sınıflandırmıştır. Normal sınıfında ise %96 kesinlik, %97 duyarlılık ve %97 F1-skoru değerlerine ulaşılmıştır. Ayrıca, Matthews Korelasyon Katsayısı (MCC) ve Cohen's Kappa değerleri 0,9540 olarak hesaplanmış ve model tahminlerinin gerçek etiketlerle yüksek düzeyde uyum sağladığını kanıtlamıştır. Bu sonuçlar, ResNet-152'nin tıbbi tanı süreçlerinde güvenilir bir araç olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Resnet 152, Derin öğrenme, Pnömoni, Sınıflandırma

ABSTRACT

This study explores the effectiveness of the ResNet-152 deep learning model in classifying chest X-ray images into normal and pneumonia categories. The dataset was divided into 70% training, 15% validation, and 15% testing subsets. During training, the model achieved a validation accuracy of 97.30%. On the test dataset, consisting of 879 images, it reached an overall accuracy of 98.20%. Class-specific results showed 99% precision, recall, and F1-score for the pneumonia class, demonstrating the model's exceptional ability to identify infected cases. For the normal class, the model achieved 96% precision, 97% recall, and 97% F1-score. Additionally, Matthews Correlation Coefficient (MCC) and Cohen's Kappa were both calculated as 0.9540, indicating a high level of agreement between predictions and actual labels. These results highlight ResNet-152's robustness and reliability in medical diagnostics, particularly in detecting pneumonia with minimal false negatives.

Keywords: Resnet 152, Deep learning, Pneumonia, classification

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

GİRİŞ

Akciğer enfeksiyonları, zatürre (pnömoni) gibi, küresel bir sağlık sorunu olup, özellikle savunmasız popülasyonlarda önemli bir ölüm oranına neden olmaktadır [1]. Göğüs röntgeni görüntüleme, akciğer enfeksiyonlarını tespit etmek için yaygın olarak erişilebilir ve standart bir tanı yöntemi olarak kullanılmaktadır; ancak, normal ve patolojik özelliklerin örtüşmesi nedeniyle bu görüntülerin yorumlanması genellikle uzman radyologlar gerektirir [2]. Bu durum, radyologların doğru ve zamanında tanı koymalarını desteklemek için otomatik sistemlerin gerekliliğini vurgulamaktadır [3].

Son yıllarda, derin öğrenmedeki ilerlemeler, tıbbi görüntü sınıflandırmasında, özellikle göğüs röntgeni analizinde devrim yaratmıştır. DenseNet, ileri seviye bir evrişimli sinir ağı (CNN) olarak zatürre tespiti için birçok çalışmada kullanılmış ve yoğun bağlantıları sayesinde verimli özellik çıkarımı yaparak yüksek sınıflandırma doğruluğu göstermiştir [4]. Benzer şekilde, InceptionV3, göğüs röntgeni sınıflandırma görevlerinde kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve %92'nin üzerinde doğruluk elde ederek tıbbi uygulamalar için uygunluğunu kanıtlamıştır [5]. EfficientNet, ölçeklendirme verimliliği ile zatürre sınıflandırmasında %95,39 doğruluk oranına ulaşarak derin öğrenme modellerinin yeteneklerini daha da pekiştirmiştir [6].

Bu çalışmada, ResNet-152 modeli, derin mimarisi ve atlama bağlantıları (skip connections) sayesinde kaybolan gradyan (vanishing gradient) sorunlarını aşarak çok derin mimarilerin daha iyi eğitilmesini sağladığı için tercih edilmiştir [7]. ResNet-152, özellikle karmaşık veri kümelerinden, örneğin göğüs röntgenlerinden detaylı özellikler çıkarma konusunda tıbbi görüntü analizinde son derece etkili olduğunu kanıtlamıştır [8]. Normal ve zatürre vakaları arasındaki ince farkları modelleme yeteneği, bu modeli özellikle uygun hale getirmektedir [9-10]. DenseNet ve EfficientNet gibi diğer modeller benzer görevlerde dikkate değer performans göstermiş olsa da bu çalışma, ResNet-152'nin uygulanması ve değerlendirilmesine odaklanmaktadır. ResNet-152'nin güçlü yönlerinden yararlanılarak, göğüs röntgeni görüntülerinin ikili sınıflandırması için sağlam ve güvenilir bir çözüm sağlanması; aynı zamanda, modelin bu özel bağlamdaki potansiyel güçlü ve zayıf yönlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan veri seti, Kaggle'dan elde edilen "Chest X-ray Dataset" olup toplamda 5.856 görüntüden oluşmaktadır. Bu görüntüler üç alt kümeye ayrılmıştır: eğitim kümesi 4099 (%70) görüntü, doğrulama kümesi 878 (%15) görüntü ve test kümesi ise 878 (%15) görüntü içermektedir. Her alt küme, normal ve pnömoni olmak üzere iki sınıfa ayrılmış ve her sınıf için ayrı alt dizinler oluşturulmuştur. Bu yapı, dizin temelli görüntü yükleyicilerin, klasör adlarına dayalı olarak etiketleri doğrudan atamasını kolaylaştırmış ve denetimli öğrenmeye olanak sağlamıştır.

Veri setini eğitime hazırlamak ve modelin genelleme yeteneklerini artırmak için çeşitli ön işleme adımları uygulanmıştır. İlk olarak, tüm görüntüler ResNet-152 mimarisinin gerektirdiği giriş boyutuna uygun olarak 224x224 piksele yeniden boyutlandırılmıştır. Piksel değerleri,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[0.485, 0.456, 0.406] ortalama ve [0.229, 0.224, 0.225] standart sapma değerleriyle normalize edilmiştir; bu, ImageNet ile eğitilmiş modellere uygulanan ön işleme ile tutarlılık sağlamıştır. Ayrıca, veri artırma teknikleri yalnızca eğitim kümesine uygulanmış ve bu sayede çeşitlilik artırılarak aşırı öğrenme (overfitting) riski azaltılmıştır. Bu veri artırmalar arasında, farklı görüntü yönelimlerini simüle etmek için rastgele döndürmeler, görüntü perspektiflerini çeşitlendirmek için yatay ve dikey çevirme ile farklı ışık koşullarını taklit etmek için parlaklık, kontrast, doygunluk ve ton ayarlarını içeren renk değişiklikleri (color jittering) yer almaktadır.

Bu çalışmada kullanılan model, ImageNet veri seti üzerinde önceden eğitilmiş derin bir evrişimli sinir ağı olan ResNet-152'dir. ResNet-152, özellikle derinliği ve eğitim sırasında kaybolan gradyan sorunlarını azaltmaya yardımcı olan atlama bağlantıları (skip connections) ile tanınır. Modelin mimarisi, ikili sınıflandırmaya uyarlamak için değiştirilmiştir. Özellikle, tam bağlantılı katman (fc) yeni bir doğrusal katman ile değiştirilmiş ve bu katman normal ve pnömoni olmak üzere iki sınıf için tahminler üretmiştir. Bu özelleştirme, ResNet-152'nin gelişmiş özellik çıkarma yeteneklerinden yararlanırken, bu çalışmada kullanılan veri seti için özel olarak tasarlanmış tahminler sağlamasına imkan vermiştir.

Eğitim sürecinde, modelin optimizasyonu için öğrenme oranlarını dinamik olarak ayarlayan ve seyrek gradyanları etkili bir şekilde işleyen Adam optimizatörü kullanılmıştır. Eğitim sırasında modelin yavaş ve istikrarlı bir şekilde yakınsamasını sağlamak amacıyla 0.0001 öğrenme oranı kullanılmış ve aşırı öğrenme riskini dengelemek için model 10 dönem (epoch) boyunca eğitilmiştir. Modelin performansını kapsamlı bir şekilde değerlendirmek için doğruluk (accuracy), kesinlik (precision), duyarlılık (recall), F1 skoru, karışıklık matrisi, Matthews Korelasyon Katsayısı (MCC) ve Cohen's Kappa olmak üzere çeşitli metrikler hesaplanmıştır. Bu metrikler, modelin normal ve pnömoni vakalarını doğru bir şekilde sınıflandırma yeteneği hakkında ayrıntılı içgörüler sunmuştur.

Modelin performansını kapsamlı bir şekilde değerlendirmek amacıyla doğruluk (accuracy), kesinlik (precision), duyarlılık (recall), F1 skoru, karışıklık matrisi (confusion matrix), Matthews Korelasyon Katsayısı (MCC) ve Cohen's Kappa hesaplanmıştır. Bu ölçütler, modelin hem normal hem de pnömoni vakalarını doğru bir şekilde sınıflandırmadaki başarısını, sınıf dengesini ve genel performansını göz önünde bulundurarak kapsamlı içgörüler sunmaktadır. Kullanılan ölçütlerin matematiksel ifadeleri sırasıyla aşağıdaki gibidir;

Doğruluk modelin doğru tahminlerinin toplam tahminlere oranını ifade eder. Bu metrik, doğru pozitif (TP) ve doğru negatiflerin (TN) toplamının, tüm tahminlerin toplamına bölünmesiyle hesaplanır.

$$Doğruluk = (TP + TN)/(TP + TN + FP + FN)$$

Kesinlik (Precision) ise doğru tahmin edilen pozitif örneklerin toplam pozitif tahminlere oranını ölçer. Bu metrik, doğru pozitiflerin (TP), doğru pozitifler ile yanlış pozitiflerin (FP) toplamına oranıyla hesaplanır. Diğer bir ölçüt olan duyarlılık (Recall), modelin gerçek pozitif örnekleri doğru bir şekilde tanıma kapasitesini değerlendirir. Duyarlılık, doğru pozitiflerin (TP),

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

doğru pozitifler ile yanlış negatiflerin (FN) toplamına oranı olarak tanımlanır. Yüksek duyarlılık, modelin pozitif örnekleri etkili bir şekilde tanımlama yeteneğine işaret eder.

$$Kesinlik = TP/(TP + FP)$$

Duyarlılık (Recall), modelin gerçek pozitif örnekleri doğru bir şekilde tanıma kapasitesini değerlendirir. Duyarlılık, doğru pozitiflerin (TP), doğru pozitifler ile yanlış negatiflerin (FN) toplamına oranı olarak tanımlanır. Yüksek duyarlılık, modelin pozitif örnekleri etkili bir şekilde tanımlama yeteneğine işaret eder.

$$Duyarlılık = TP/(TP + FN)$$

Kesinlik ve duyarlılığın harmonik ortalaması olan **F1 Skoru**, bu iki ölçütü dengeleyen bir metrik sağlar.

$$F1\ Skoru\ =\ 2\ x\ (Kesinlik\ x\ Duyarlılık)\ /\ (Kesinlik\ +\ Duyarlılık)$$

Matthews Korelasyon Katsayısı (MCC), özellikle sınıf dengesizliği durumlarında sınıflandırma performansını kapsamlı bir şekilde değerlendiren bir ölçüttür. MCC, karışıklık matrisinin tüm bileşenlerini dikkate alır ve doğru pozitif (TP) ile doğru negatiflerin (TN) çarpımından, yanlış pozitifler (FP) ile yanlış negatiflerin (FN) çarpımının çıkarılması ve bu değerin tüm bu toplamların çarpımının kareköküne bölünmesiyle hesaplanır. MCC, -1 (tamamen yanlış sınıflandırma) ile +1 (mükemmel sınıflandırma) arasında bir değer alır ve dengesiz veri kümeleri için güvenilir bir ölçüt sunar.

$$MCC = \big((TPxTN) - (FPxFN)\big)/\sqrt{\big((TP + FP)x(TP + FN)x(TN + FP)x(TN + FN)\big)}$$

Cohen's Kappa, modelin sınıflandırma güvenilirliğini, rastgele tahminlere dayalı olarak beklenen doğruluğa (P_e) karşı gözlemlenen doğruluk (P_o) ile karşılaştırarak değerlendirir. Kappa değerinin 1'e yaklaşması, rastgele şansın ötesinde daha yüksek güvenilirlik ve uyumu ifade eder.

$$Kappa = (P_o - P_e)/(1 - P_e)$$

$$P_o = (TP + TN)/(TP + TN + FP + FN)$$

$$P_e = \big((TP + FP)x(TP + FN) + (TN + FN)x(TN + FP)\big)/(TP + TN + FP + FN)^2$$

Bu ölçütler, modelin genel doğruluğunu ve sınıflar arasında duyarlılık ve özgüllüğü dengeleme yeteneğini kapsamlı bir şekilde değerlendirmeye olanak sağlamıştır. Yapılan analiz, modelin normal ve pnömoni vakalarını doğru bir şekilde sınıflandırma yeteneği hakkında önemli içgörüler sunmuş ve geliştirme potansiyeli taşıyan alanları belirlemiştir.

Bu çalışmanın uygulanmasında çeşitli Python kütüphanelerinden yararlanılmıştır. torch kütüphanesi derin öğrenme modelinin oluşturulması ve eğitimi için temel olarak kullanılırken, torchvision önceden eğitilmiş modellere, veri seti yardımcı araçlarına ve görüntü dönüştürme araçlarına erişim sağlamıştır. os kütüphanesi dizinlerde gezinmek ve dosya yollarını etkili bir şekilde yönetmek için kullanılmıştır. matplotlib ve seaborn kütüphaneleri, karışıklık matrisleri

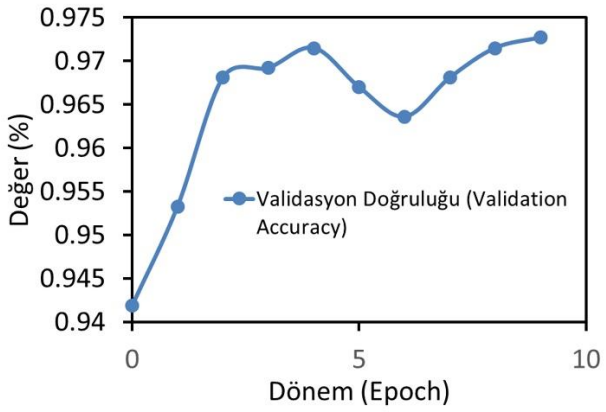
ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ve performans grafiklerini içeren görselleştirmeler sağlayarak model sonuçlarına ilişkin sezgisel içgörüler sunmuştur. Ek olarak, sklearn.metrics değerlendirme metriklerini hesaplamak için kullanılmış ve kapsamlı bir performans analizi sağlanmıştır. Bu kütüphaneler, veri ön işleme, model eğitimi, değerlendirme ve görselleştirme görevlerini kolaylaştırmıştır.

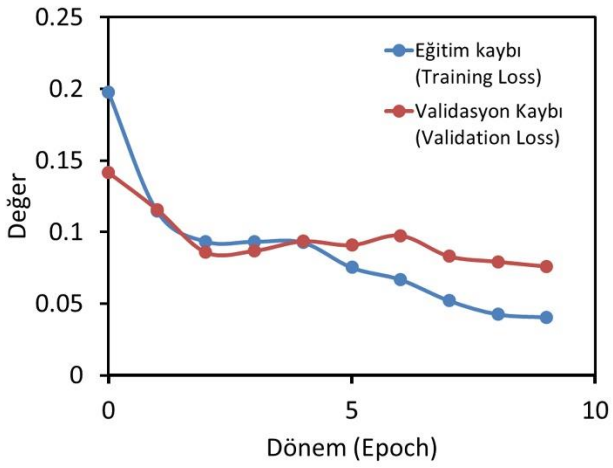
Bu araçlar ve teknikler bir araya getirilerek veri seti etkin bir şekilde işlenmiş ve ResNet-152 modelinin eğitimi ve değerlendirilmesi güvenilir bir şekilde gerçekleştirilmiştir

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

ResNet-152 modeli, göğüs röntgeni görüntülerini normal ve pnömoni kategorilerine sınıflandırmada güçlü bir performans sergilemiştir. Validasyon doğruluğunun her epoch boyunca artışı Görsel 1 de verilmiştir. Validasyon doğruluklarının artışı modelin veriler üzerinde ne kadar iyi eğitilebildiğini göstermektedir. Buna göre eğitim sırasında model, 10 epoch sonunda %97 değerinin üzerine çıkmış ve kayıp değerlerinde sürekli bir azalma gözlemlenmiştir. Kayıp değerlerinin azalması eğitim kaybı ve validasyon kaybı olarak Görsel 2 de görselleştirilmiştir. Kayıp değerlerine bakıldığında 0.2 ve 0.15 gibi oldukça düşük değerlerden başlayıp 0.05 ve 0.1 değerlerinin arasında bir bölgeye kadar inmiştir. Bu durum modelin eğitim verilerindeki desenleri etkin bir şekilde öğrendiğini ve ResNet-152'nin derin mimarisinin özellik çıkarımı için oldukça faydalı olduğu göstermiştir.



Görsel 1. Validasyon doğruluğunun 10 epoch boyunca artışı



Görsel 2. Kayıp değerlerinin 10 epoch boyunca azalması

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 1. ResNet 152 Performans Metrikleri

Metrikler	Değer
En İyi Doğrulama Doğruluğu (Best Validation Accuracy)	0.973
Test Doğruluğu (Test Accuracy)	0.982
Normal Kesinlik (Precision)	0.960
Normal Duyarlılık (Recall)	0.970
Normal F1-Skoru (F1-Score)	0.970
Pnömoni Kesinlik (Precision)	0.990
Pnömoni Duyarlılık (Recall)	0.990
Pnemoni F1-Skoru (F1-Score)	0.990
Genel Doğruluk (Overall Accuracy)	0.980
Makro Ortalama (Macro Avg)	0.980
Ağırlıklı Ortalama (Weighted Avg)	0.980
Matthews Korelasyon Katsayısı (Matthews Correlation Coefficient - MCC)	0.954
Cohen's Kappa (Cohen's Kappa)	0.954

Çizelge 1. deki sonuçlar, ResNet-152 modelinin göğüs röntgeni görüntülerini sınıflandırmada oldukça başarılı bir performans sergilediğini göstermektedir. Modelin en iyi doğrulama doğruluğu %97,30 olarak kaydedilmiş, bu da eğitim sırasında aşırı öğrenmenin önlenebildiğini ve modelin genel özellikleri etkili bir şekilde öğrendiğini göstermektedir. Test veri setinde elde edilen %98,20 doğruluk, modelin gerçek dünyadaki verilere uygulanabilirliğini ve yüksek genelleme kapasitesini vurgulamaktadır.

Normal sınıfında model, %96 kesinlik, %97 duyarlılık ve %97 F1-skoru ile güçlü bir performans sergilemiştir. Kesinlik oranı, normal sınıfı için yanlış pozitiflerin az olduğunu gösterirken, duyarlılık oranı yanlış negatiflerin düşük olduğunu vurgulamaktadır. Bu durum, modelin sağlıklı bireyleri yüksek doğrulukla sınıflandırabildiğini göstermektedir.

Pnömoni sınıfında model, daha da etkileyici sonuçlar elde etmiş ve %99 kesinlik, %99 duyarlılık ve %99 F1-skoru değerlerine ulaşmıştır. Bu sonuçlar, enfekte bireylerin neredeyse tamamının doğru bir şekilde tespit edildiğini ve yanlış pozitif oranının son derece düşük olduğunu ortaya koymaktadır. Pnömoni sınıfındaki yüksek duyarlılık, klinik uygulamalarda yanlış negatiflerin önlenmesi açısından kritik bir avantaj sağlamaktadır.

Modelin sınıflandırma yeteneği, karışıklık matrisi (Çizelge 2) analizi ile daha derinlemesine incelenmiştir. Model, normal sınıfında 240 vakadan yalnızca 9'unda yanlış pozitif üretmiştir. Pnömoni sınıfında ise 619 vakadan 612'i doğru sınıflandırılmış, sadece 7 yanlış negatif vakaya yol açmıştır. Bu sonuçlar, modelin her iki sınıfta da dengeli bir performans sergilediğini göstermektedir.

Ek olarak, değerlendirme metriklerinden Matthews Korelasyon Katsayısı (MCC) ve Cohen's Kappa, modelin genel performansını daha da pekiştirmiştir. MCC değeri 0,954 olarak hesaplanmış ve bu, sınıflandırma kalitesinin oldukça yüksek olduğunu göstermiştir. Cohen's

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Kappa değeri de aynı şekilde 0,954 olarak ölçülmüş ve model tahminlerinin gerçek etiketlerle güçlü bir uyum içinde olduğunu ortaya koymuştur. Bu metrikler, modelin normal ve pnömoni sınıflarını başarılı bir şekilde ayırt edebildiğini ve yanlış sınıflandırmaların son derece az olduğunu göstermektedir.

Çizelge 2. Karışıklık Matrisi

Doğru sınıf	Normal	231	7
	Pnömoni	9	612
		Normal	Pnömoni
	Tahmin edilen sınıf		

SONUÇ

ResNet-152 modeli, göğüs röntgeni görüntülerini sınıflandırmada dikkat çekici bir başarı göstermiştir. Model, test veri setinde 879 görüntü üzerinde yapılan değerlendirmelerde %98,20 doğruluk elde etmiştir. Normal sınıfında, model 240 görüntüden 231'ini doğru sınıflandırmış, yalnızca 7 yanlış sınıflandırma yapmıştır. Bu sınıf için kesinlik %96, duyarlılık %97 ve F1-skoru %97 olarak hesaplanmıştır. Pnömoni sınıfında ise model, 619 görüntünün 612'sini doğru sınıflandırmış ve yalnızca 7 yanlış sınıflandırma gerçekleştirmiştir. Bu sınıf için kesinlik ve duyarlılık değerleri %99'a ulaşmış, F1-skoru ise yine %99 olarak belirlenmiştir.

Matthews Korelasyon Katsayısı (MCC) değeri 0,9540, Cohen's Kappa değeri ise yine 0,9540 olarak hesaplanmıştır. Bu metrikler, modelin genel performansının mükemmele yakın olduğunu ve tahminlerin gerçek etiketlerle güçlü bir uyum içinde olduğunu göstermektedir.

Elde edilen bu sonuçlar, ResNet-152'nin hem enfekte bireyleri (pnömoni) hem de sağlıklı bireyleri (normal) doğru bir şekilde sınıflandırmada yüksek bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Model, pnömoni sınıfında %99 duyarlılık ile enfekte vakaların neredeyse tamamını doğru şekilde tespit ederek, yanlış negatiflerin düşük olduğu bir sonuç sunmuştur. Bu özellik, özellikle klinik uygulamalarda kritik öneme sahiptir. Normal sınıfında ise duyarlılık %97 seviyesinde olup, yanlış sınıflandırmalar oldukça azdır. Bu çalışmanın bulguları, ResNet-152'nin tıbbi görüntü analizi ve tanı süreçlerinde güvenilir bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Referanslar

[1] Rudan, I., Boschi-Pinto, C., Biloglav, Z., Mulholland, K., & Campbell, H. (2008). Epidemiology and etiology of childhood pnömoni. *Bulletin of the World Health Organization, 86*(5), 408–416.

[2] Wang, X., Peng, Y., Lu, L., Lu, Z., Bagheri, M., & Summers, R. M. (2017). ChestX-ray8: Hospital-scale chest X-ray database and benchmarks on weakly-supervised classification and localization of common thorax diseases. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2097–2106.

[3] Rajpurkar, P., Irvin, J., Zhu, K., Yang, B., Mehta, H., Duan, T., ... & Ng, A. Y. (2018). CheXNet: Radiologist-level pnömoni detection on chest X-rays with deep learning. *Radiology, 289*(3), 706–715.

[4] Liang, G., & Zheng, L. (2020). A transfer learning method with deep residual network for pediatric pneumonia diagnosis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine, 187*, 104964.

[5] Mujahid, M., Rustam, F., Álvarez, R., Luis Vidal Mazón, J., Díez, I. D. L. T., & Ashraf, I. (2022). Pnömoni classification from X-ray images with inception-V3 and convolutional neural network. Diagnostics, 12(5), 1280.Tan, M., & Le, Q. V. (2019). EfficientNet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks. *Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning (ICML)*, 6105–6114.

[6] Ravi, V., Acharya, V., & Alazab, M. (2023). A multichannel EfficientNet deep learning-based stacking ensemble approach for lung disease detection using chest X-ray images. Cluster Computing, 26(2), 1181-1203.Alhudhaif, A., Aldhyani, T. H., & Alosaimi, W. (2021). Deep learning-based medical image classification for COVID-19 diagnosis and pnömoni detection. *Computers, Materials & Continua, 68*(3), 3435–3448.

[7] Hoang, H. H., & Trinh, H. H. (2021). Improvement for convolutional neural networks in image classification using long skip connection. *Applied Sciences*, *11*(5), 2092.

[8] Mohan, S. (2023). *Detection of Pnömoni using Resnet Models* (Doctoral dissertation, Dublin, National College of Ireland).

[9] Showkat, S., & Qureshi, S. (2022). Efficacy of Transfer Learning-based ResNet models in Chest X-ray image classification for detecting COVID-19 Pnömoni. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, *224*, 104534.

[10] Vetrithangam, D., SATVE, P. P., KUMAR, J. R. R., Anitha, P., Vidhya, S., & SAINI, A. K. (2023). prediction of pnömoni disease from x-ray images using a modified resnet152v2 deep learning model. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, *101*(17).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

TÜRK TÜKETİCİLERİNİN OFİS MASASI TERCİHLERİNİN KARAR AĞACI MODELİ İLE TAHMİN EDİLMESİ

Prof. Dr. Selahattin BARDAK
Sinop Üniversitesi,
sbardak@sinop.edu.tr - 0000-0001-9724-4762

Prof. Dr. Kinyas POLAT
Sinop Üniversitesi,
kpolat@sinop.edu.tr – 0000-0003-4574-1286

ÖZET

Günümüzde tüketiciler geleneksel (fiziksel) alışverişin yanında elektronik ticaret sitelerinden de çeşitli ürünler alabilmektedir. Bu ürünler elektronikten mobilyaya kadar çok çeşitli olabilmektedir. Her iki alışveriş türünün de bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

Yapılan bu çalışmada Türkiye'de en çok ziyaret edilen elektronik ticaret sitelerinde, mobilya kategorisindeki ofis mobilyası tercihleri, karar ağacı modeli kullanılarak tahmin edilmiştir. Çalışmada, bu sitelerde en çok satılan ofis mobilyalarının özellikleri incelenmiştir. İncelenen özellikler arasında mobilyanın yüksekliği, genişliği, derinliği, rengi, şekli ve üretiminde kullanılan materyal yer almaktadır.

Çalışmanın uygulanabilmesi için Rapidminer yazılımından faydalanılmıştır. Bu yazılımda kullanılan karar ağacı modeli sonucunda en iyi tahmin sonucunu ofis mobilyası özelliklerinden üretimde kullanılan materyal (korelasyon katsayısı (R^2)=0.998) vermiştir. Bunu sırasıyla yükseklik, derinlik, genişlik ve renk takip etmektedir. Ayrıca karar ağacı modeli oluşturtulurken ofis mobilyası özelliklerinin her biri için faktörlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Yükseklik, derinlik ve materyal özelliklerinin tahmininde faktörlerden en yüksek ağırlık genişlikte (sırasıyla; 0.658, 0.520 ve 0.362) çıkmıştır. Genişlik özelliğinin tahmininde en yüksek ağırlık derinlikte (0.448) bulunmuştur. Son olarak renk özelliğinin tahmininde yükseklik (0.475) en yüksek ağırlığa sahiptir.

Sonuç olarak, karar ağacı modeli, ofis mobilyalarının özelliklerini tahmin etmede oldukça başarılı sonuçlar vermiştir. Elektronik ticaret sitelerinde tüketicilerin satın alma davranışlarını çeşitli modellerle inceleyen çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışma, elektronik ticaret sitelerinde pazarlama yapan şirketlere ve bu alanda ileride araştırma yapmayı planlayan kişilere önemli bilgiler sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler : Ofis Mobilyası, Makine Öğrenmesi, Model, Karar Ağacı, Tahmin

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

PREDICTION OF OFFICE DESK PREFERENCES OF TURKISH CONSUMERS WITH DECISION TREE MODEL

ABSTRACT

Today, consumers can purchase various products from e-commerce sites in addition to traditional (physical) shopping. These products can range from electronics to furniture. Both types of shopping have some advantages and disadvantages.

In this study, office furniture preferences in the furniture category in the most visited electronic commerce sites in Turkey were estimated using the decision tree model. In the study, the features of the best-selling office furniture on these sites were examined. The features examined include the height, width, depth, color, shape and material used in the production of the furniture.

Rapidminer software was used to implement the study. As a result of the decision tree model used in this software, the best prediction result was given by the material used in production among the office furniture features (correlation coefficient (R2) = 0.998). This is followed by height, depth, width and color, respectively. Additionally, while creating the decision tree model, the weights of the factors were determined for each of the office furniture features. In the estimation of height, depth and material properties, the highest weight among the factors was found in width (0.658, 0.520 and 0.362, respectively). The highest weight in predicting the width feature was found in depth (0.448). Finally, in predicting the color feature, height (0.475) had the highest weight.

As a result, the decision tree model gave very successful results in predicting the features of office furniture. Studies examining the purchasing behavior of consumers on e-commerce sites with various models are limited in number. This study aims to provide important information to companies that market on e-commerce sites and to those who plan to conduct future research in this area

Keywords : Office Furniture, Machine Learning, Model, Decision Tree, Estimation

1. GİRİŞ

Günümüzde geleneksel (fiziksel) alışverişin yanı sıra, elektronik ticaret (e-ticaret) olarak bilinen çevrimiçi alışveriş de hızla artmaktadır. E-ticaret, tüketicilere elektronik, mobilya ve giyim gibi çeşitli ürünleri çevrimiçi platformlar üzerinden satın alma imkânı sunmaktadır. Bu süreçte, ürünlerin fiyatı, kalitesi, markası ve kullanıcı yorumları gibi özellikler, tüketicilerin karar verme süreçlerinde büyük rol oynamaktadır [1]. Özellikle Türkiye'de e-ticaret sektörü, son yıllarda büyük bir ivme kazanmıştır. 2023 yılında Türkiye'nin e-ticaret hacmi, bir önceki yıla göre %115,15 artarak 1,85 trilyon TL'ye ulaşmıştır [2].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Makine öğrenmesi, büyük veri setlerinden anlamlı bilgiler çıkarmak ve süreçleri optimize etmek amacıyla kullanılan bir yapay zeka alt dalıdır. Sağlık, finans ve pazarlama gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmakta ve bu alanlarda önemli kolaylıklar sağlamaktadır [3]. Özellikle karar ağaçları, makine öğrenmesi modelleri arasında popüler bir sınıflandırma ve tahmin algoritmasıdır. Karar ağaçları, kullanıcıların özelliklerine (örneğin fiyat, malzeme, boyut) dayalı olarak hangi faktörlerin en etkili olduğunu belirleyebilen güçlü ve anlaşılır bir modeldir [4].

Elektronik ticaret bağlamında, karar ağaçları tüketicilerin tercihlerini analiz ederek, ürün öneri sistemlerinin geliştirilmesine ve stok yönetiminin optimize edilmesine katkı sağlar. Örneğin, Türkiye'deki mobil ticaretin hızla büyümesi, tüketicilerin alışveriş davranışlarının daha iyi analiz edilmesini gerektirmektedir [5]. Bu nedenle karar ağaçları, e-ticaret alanında stratejik bir avantaj sağlamaktadır

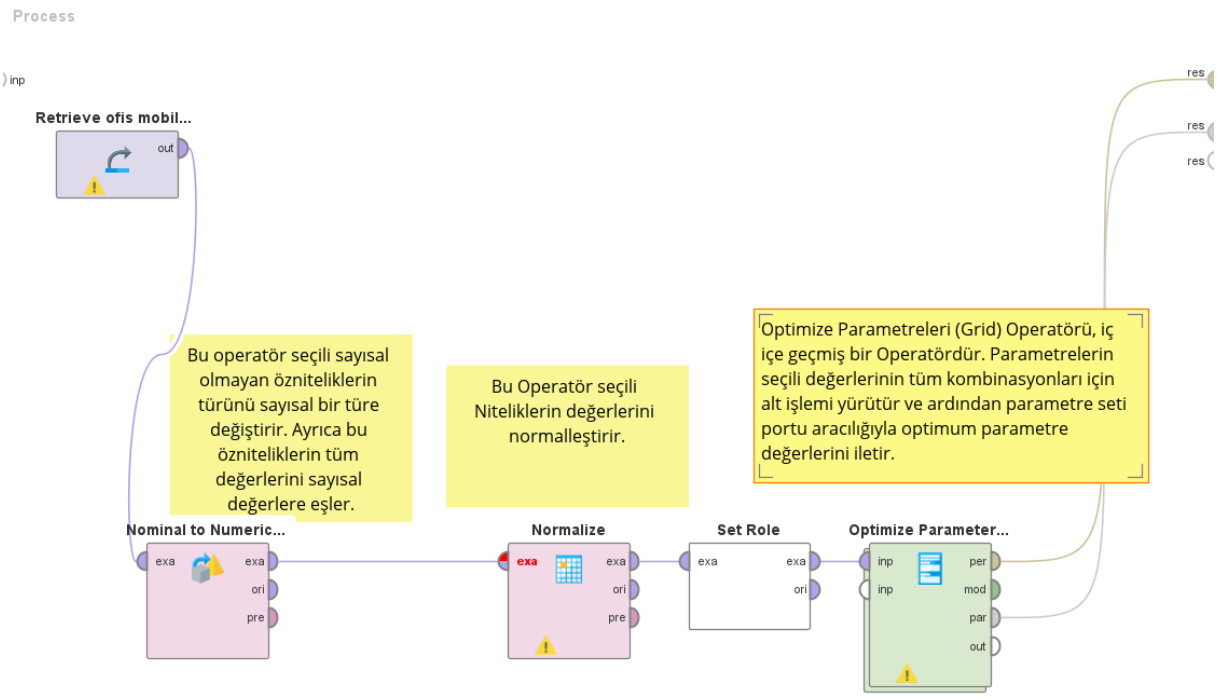
Yapılan bu çalışmada Türk tüketicilerinin elektronik ticaret sitelerinde en çok satan ofis masasının özellikleri tercihlerinin karar ağacı modeli ile tahmin edilmesi çalışılmıştır.

2. UYGULAMALAR

Bu çalışmada Türk tüketicilerin elektronik ticaret (e-ticaret) sitelerinden ofis mobilyası satın alırken hangi özelliklere baktıkları analiz edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla veriler Türkiye'de e-ticaret alanında satış yapan popüler internet siteleri araştırılmıştır. Bu sitelerden en çok satan ofis mobilyasının özellikleri veri olarak alınmıştır. Bu özellikler ofis mobilyasının yükseklik (cm), genişlik (cm), derinlik (cm), renk, şekil ve ürünün üretildiği materyaldir.

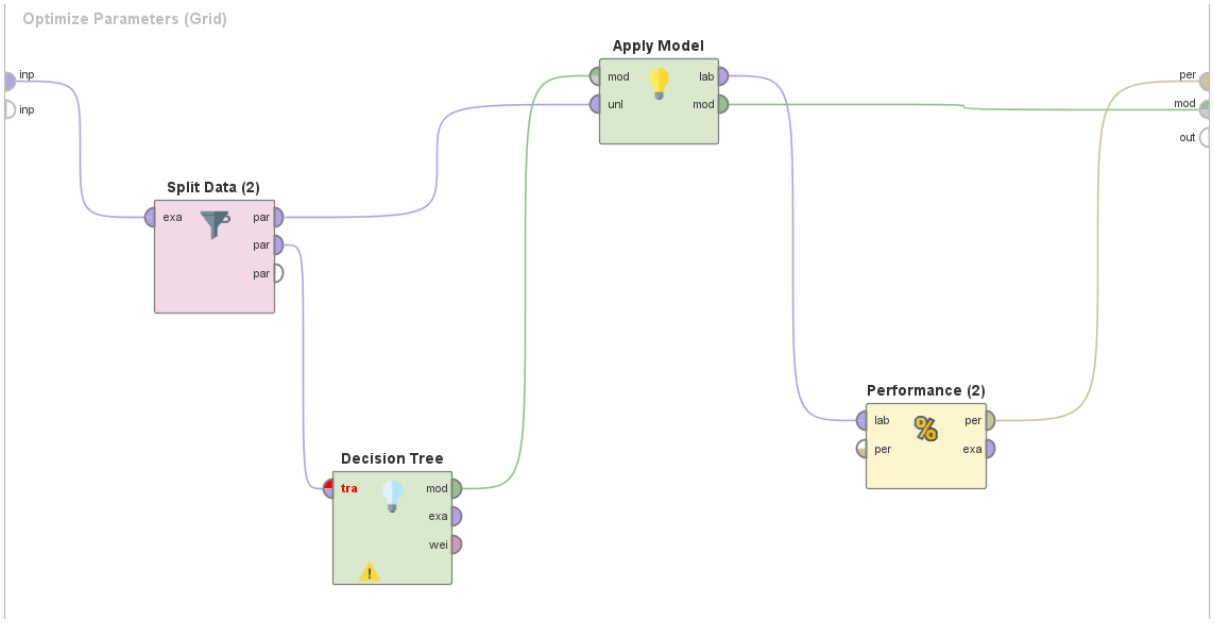
Veri modelleme için çeşitli yöntemler mevcuttur. Bu çalışmada, bu yöntemlerden biri olan karar ağacı modeli tercih edilmiştir. Analiz sürecinde RapidMiner yazılımı kullanılmıştır. RapidMiner, farklı görevleri yerine getiren operatörler aracılığıyla çalışır. Operatörlerin birbirine bağlanmasıyla birlikte modelleme işlemi gerçekleştirilmektedir.

Rapidminer yazılımında faktörlerin optimizasyonu için oluşturulan proses Görsel 1'de verilmiştir.



Görsel 1. Parametrelerin Optimizasyonu İçin Kurulan Proses

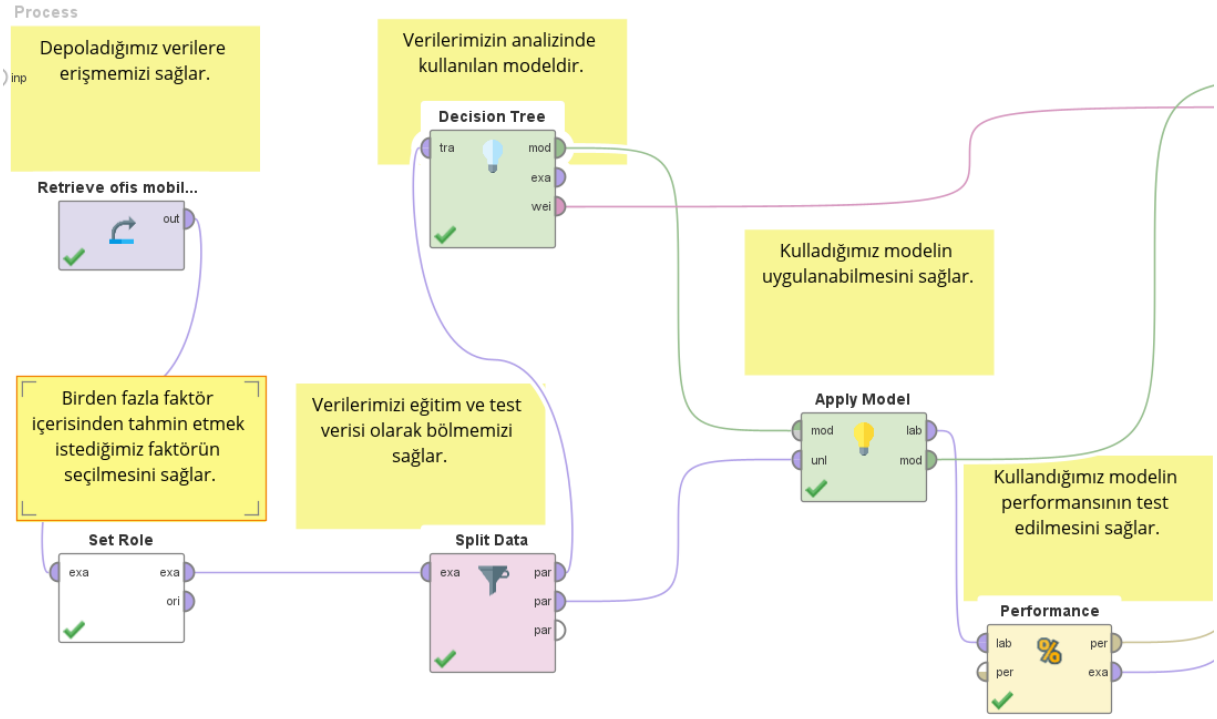
Parametrelerin optimizasyonu operatörünün çalışması için kurulan proses Görsel 2'de verilmiştir.



Görsel 2. Parametreler Optimizasyonu Operatörü İçin Kurulan Proses

Rapidminer yazılımında verilerin analizi için oluşturulan proses Görsel 3'de verilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 3. Verilerin Analizi için Kullanılan Proses

Yukarıdaki görselden de anlaşılacağı üzere her bir operatörün görevi bulunmaktadır. Bu operatörler sayesinde karar ağacı modeli kurularak veriler tahmin edilmiştir. Yukarıdaki proses de toplamda 650 veri kullanılmıştır. Bu verilerden %80'i eğitim ve %20'u test için kullanılmıştır.

Karar ağacı modelinin performansını değerlendirmek için birçok kriter kullanılmaktadır. Bunlar arasında en çok kullanılanlardan korelasyon katsayısı (R^2), kök ortalama kare hatası (KOKH), ve ortalama kare hatası (OKH) modellerin değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

$$R^2 = \left[\frac{\sum(Y_p-\overline{Y_p})(Y_o-\overline{Y_o})}{\sqrt{\sum(Y_p-\overline{Y_p})^2(Y_o-\overline{Y_o})^2}}\right]^2 \quad (1)$$

$$KOKH = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=0}^{n}\left(Y_o - Y_p\right)^2} \quad (2)$$

$$OKH=KOKH^2 \quad (3)$$

Burada YO ve YP sırasıyla ölçülen ve tahmin edilen değerlerdir ve çubuk değişkenin ortalamasını gösterir [6].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Elektronik ticaret sitelerinden ofis mobilyasına ait elde edilen özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Ofis Mobilyası Özellikleri

Genişlik (cm)	Derinlik (cm)	Yükseklik (cm)	Renk	Materyal	Şekil
60	40	60	Gri	Suntalam	Dikdörtgen
75	45	72	Kahverengi	MDF	
90	50	73	Beyaz	Metal	
100	52	74	Lacivert	Ahşap	
115	55	75	Mavi		
120	58	76			
127	60	77			
130	70	100			
140	80	115			
150	83	120			
160	85	124			
162	89	140			
164	90				
175	100				
180	120				
200	140				
208	147				
240	155				

Karar ağacı modelinde parametrelerin optimizasyonu sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Parametrelerin Optimizasyon Değerleri

Kriter	Maksimum Derinlik	Güven Oranı
Gain ratio/Least square	50	0.25

Karar ağacı modelinde ofis mobilyasının her bir özelliğinin tahmininde etkili olan faktörlerin ağırlıkları Çizelge 3'de verilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 3. Faktörler ve Ağırlıkları

Tahmin	Faktörler	Ağırlıkları
Yükseklik	Genişlik	0.658
	Derinlik	0.071
	Renk	0.270
	Materyal	0.001
Genişlik	Derinlik	0.448
	Renk	0.163
	Yükseklik	0.313
	Materyal	0.076
Derinlik	Genişlik	0.520
	Renk	0.355
	Yükseklik	0.083
	Materyal	0.042
Renk	Genişlik	0.273
	Derinlik	0.225
	Yükseklik	0.475
	Materyal	0.026
Materyal	Genişlik	0,362
	Derinlik	0.197
	Renk	0.103
	Yükseklik	0.338

Karar ağacı modeli oluşturulurken, ofis mobilyası özelliklerine ilişkin faktörlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Yükseklik, derinlik ve materyal özelliklerinin tahmininde en yüksek ağırlık değerleri genişlik faktörüne ait olup sırasıyla 0.658, 0.520 ve 0.362 olarak hesaplanmıştır. Genişlik özelliğinin tahmininde ise en yüksek ağırlık derinlik faktörüne (0.448) aittir. Son olarak, renk özelliğinin tahmininde en yüksek ağırlık 0.475 ile yükseklik faktöründe bulunmuştur.

Kullanılan Karar ağacı modelinin test aşamasında her bir özelliğin tahmininde modelin başarısını gösteren performans değerleri Çizelge 4'de verilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 4. Karar ağacı Modelinin Performans Değerleri

Faktör	Performans Değerleri		
	R^2	KOKH	OKH
Yükseklik	0.993	0.450	0.203
Genişlik	0.936	12.691	161.062
Derinlik	0.990	3.961	15.692
Renk	0.862	0.325	0.106
Materyal	0.998	0.014	0.000196

Modellerin geçerliliğini değerlendirirken önemli gösterge, deneysel ve tahmin verileri arasındaki korelasyon katsayısının (R^2) değeridir. R^2 değeri 0 ile 1 arasında değişir ve R^2 1'e yaklaştığında tahmin doğruluğu artar [7, 8]. Bu durum deneysel sonuçlar ile tahmin sonuçları arasında iyi bir uyum olduğunu göstermektedir. Çizelge 3'e bakıldığında ofis mobilyasının özelliklerini tahmin etmede R^2 değerleri karar ağacı modelinde yükseklik, genişlik, derinlik, renk ve materyal için sırasıyla 0.993, 0,936, 0.990, 0.862 ve 0.998 olarak bulunmuştur. Karar ağacı modeli için hesaplanan R^2 değerlerine bakıldığında en az %86'dan büyük olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, önerilen modelin ofis mobilyasının özelliklerine ilişkin gerçek verilerin değişkenliğinin en az %86'sının açıklayabildiğini göstermektedir.

Bu R^2 değerleri ofis mobilyasının özelliklerini tahmin etmede karar ağacı modelinin kullanılabilirliğini de desteklemektedir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, elektronik ticaret sitelerinden elde edilen ofis mobilyası verileri analiz edilmiştir. Mobilyaların özellikleri (yükseklik, genişlik, derinlik, renk ve materyal), karar ağacı modeli kullanılarak tahmin edilmiştir. Modelin performans değerleri incelendiğinde, oluşturulan modelin başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Araştırma, e-ticaret sitelerinde satış yapan şirketlere ve bu alanda çalışmayı planlayan araştırmacılara faydalı bilgiler sunmaktadır. E-ticaret alanında farklı modeller kullanılarak yapılan araştırmalar sınırlıdır. Bu tür çalışmaların artırılması, literatüre önemli katkılar sağlayabilir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

KAYNAKÇA

[1] Akyol, M., & Gürsakal, S. (2021). Elektronik ticarette tüketici davranışları ve karar alma süreçleri. *Journal of Consumer Research, 45*(2), 123-134.

[2] TÜSİAD. (2023). Türkiye'de e-ticaret sektörü: 2023 raporu. *TÜSİAD Yayınları*.

[3] Çelik, H., Yıldız, M., & Şahin, A. (2020). Makine öğrenmesi uygulamaları: Karar ağacı modelleri üzerine bir inceleme. *Applied Machine Learning Studies, 18*(3), 45-57.

[4] Güngör, Z., & Koçak, R. (2022). Karar destek sistemlerinde karar ağaçlarının uygulamaları. Decision Support Systems Journal, 30(4), 201-215.

[5] Demir, E., Öztürk, M., & Kaya, T. (2023). Türkiye'de e-ticaretin büyüme trendleri ve etkileri. *E-Commerce Trends in Turkey, 12*(1), 78-89.

[6] Bardak, S., Bardak, T., Peker, H. Sözen, E., Çabuk, Y., Predicting Effects of Selected Impregnation Processes on The Observed Bending Strength of Wood, with Use of Data Mining Models, BioResources, 16, 3, 2021.

[7] Ozsahin S, The Use of an Artificial Neural Network for Modeling the Moisture Absorption and Thickness Swelling of Oriented Strand Board, BioResources, 7, 2012.

[8] Tiryaki, S., Bardak, S., Bardak, T. Experimental Investigation and Prediction of Bonding Strength of Oriental Beech (Fagus orientalis Lipsky) Bonded with Polyvinyl Acetate Adhesive, Journal of Adhesion Science and Technology, 29, 23, 2015.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

AKILLI TELEFONUN KULLANIMININ AKADEMİK BAŞARI ÜZERİNE ETKİSİNİN FP-GROWTH ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof. Dr. Selahattin BARDAK
Sinop Üniversitesi,
sbardak@sinop.edu.tr - 0000-0001-9724-4762

Prof. Dr. Kinyas POLAT
Sinop Üniversitesi,
kpolat@sinop.edu.tr – 0000-0003-4574-1286

ÖZET

Günümüzde teknoloji, insan hayatının hemen her alanında etkin bir şekilde kullanılmakta ve günlük yaşamı kolaylaştırmaktadır. Akıllı telefonlar ise bu teknolojik cihazlar arasında en yaygın kullanılanlardan biridir. Sadece iletişim aracı olarak değil, aynı zamanda bilgiye erişim, eğlence, alışveriş ve eğitim gibi birçok alanda da bireylere önemli kolaylıklar sunmaktadır.

Akıllı telefonlar öğrencilerin akademik başarıları üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bazı öğrencileri olumlu yönde etkileyebilirken bazı öğrencileri olumsuz yönde etkileyebilir. Akıllı telefonlar öğrencilerin akademik başarısı üzerinde etkisiz de olabilmektedir.

Yapılan bu çalışmada akıllı telefon kullanımının öğrencilerin akademik başarısı üzerinde etkisini belirleyebilmek için birliktelik analizi yapılmıştır. Bu çalışmada birliktelik analiz yöntemlerinden en çok kullanılanlardan biri olan FP-Growth analizinden faydalanılmıştır. FP-Growth analizinde kullanılacak veriler 11 sorudan oluşan bir soru formu yardımıyla elde edilmiştir. Bu soru formu 163 kişiye uygulanmıştır. Soru formundan elde edilen veriler birliktelik analizi sonucu değerlendirilmiştir. FP-Growth analizinin uygulanabilmesi için RapidMiner yazılımı kullanılmıştır.

Yapılan çalışma sonucu %70 üzeri güven seviyesine sahip 169 birliktelik kuralı elde edilmiştir. Bu kurallar, akıllı telefon kullanım alışkanlıklarının öğrencilerin akademik başarılarıyla olan ilişkilerini daha iyi anlamaya yönelik ipuçları sunmaktadır. Elde edilen bulgular, akıllı telefonların akademik başarı üzerindeki etkilerini farklı açılardan değerlendirmek için bir temel oluşturmuştur.

Akıllı telefonların akademik başarısı üzerini etkisini çeşitli modeller kullanarak yapılan çalışmalar sınır sayıdadır. Gelecekte, bu tür araştırmaların sayısının artırılması, daha kapsamlı sonuçlara ulaşılmasına olanak sağlayarak bu alanda çalışma yapacak araştırmacılara rehberlik edebilir. Ayrıca, farklı analiz yöntemleri ve veri toplama teknikleriyle desteklenen araştırmalar, konuya ilişkin daha geniş bir perspektif sunacaktır.

Anahtar Kelimeler : Akıllı Telefon, Akademik Başarı, FP-Growth Analizi

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

EVALUATION OF THE EFFECT OF SMART PHONE USE ON ACADEMIC SUCCESS WITH FP-GROWTH ANALYSIS

ABSTRACT

Today, technology is used effectively in almost every aspect of human life and makes daily life easier. Smartphones are one of the most widely used technological devices. They provide significant convenience to individuals not only as a means of communication, but also in many areas such as access to information, entertainment, shopping and education.

Smartphones have positive and negative effects on students' academic success. While it may affect some students positively, it may affect some students negatively. Smartphones may also have no effect on students' academic success.

In this study, association analysis was conducted to determine the effect of smartphone use on students' academic success. In this study, FP-Growth analysis, one of the most widely used association analysis methods, was used. The data to be used in the FP-Growth analysis were obtained with the help of a questionnaire consisting of 11 questions. This questionnaire was applied to 163 people. The data obtained from the questionnaire was evaluated as a result of association analysis. RapidMiner software was used to apply FP-Growth analysis.

As a result of the study, 169 association rules with a confidence level of over 70% were obtained. These rules provide clues to better understand the relationship between smartphone usage habits and students' academic success. The findings provided a basis for evaluating the effects of smartphones on academic achievement from different perspectives.

Studies using various models on the impact of smartphones on academic success are limited in number. In the future, increasing the number of such studies may provide guidance to researchers who will work in this field by allowing more comprehensive results to be obtained. Additionally, research supported by different analysis methods and data collection techniques will provide a broader perspective on the subject.

Keywords : Smartphone, Academic Success, FP-Growth Analysis

1. GİRİŞ

Teknoloji, günümüzde günlük yaşamın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir ve bireylerin hayatını kolaylaştıran birçok çözümler sunmaktadır [1]. Eğitim, eğlence ve sağlık gibi birçok alanda teknolojiden geniş ölçüde faydalanılmaktadır. Bu bağlamda, akıllı telefonlar teknolojik cihazlar arasında en yaygın kullanılanlardan biridir. Sadece iletişim aracı olarak değil, aynı zamanda bilgiye erişim, sosyal etkileşim ve öğrenme süreçlerini destekleyen bir araç olarak da ön plana çıkmaktadır [2].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Teknoloji öğrencilerin akademik başarısını da etkileyebilmektedir. Bu etki kişiden kişiye farklılık gösterebilmektedir. Akıllı telefonların eğitimdeki rolü giderek artmaktadır. Özellikle öğrenciler için bilgiye hızlı erişim, çevrimiçi eğitim materyalleri, not alma uygulamaları ve akademik takvimlerin düzenlenmesi gibi çeşitli alanlarda katkı sağlamaktadır [3]. Ancak, akıllı telefonların akademik başarı üzerindeki etkileri kişisel kullanım alışkanlıklarına göre farklılık göstermektedir. Bazı öğrenciler için bu cihazlar öğrenme süreçlerini desteklerken, diğerleri için dikkat dağınıklığına ve akademik başarıda düşüşe neden olabilmektedir [4]. Akıllı telefonların öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkilerini inceleyen çeşitli araştırmalar mevcuttur. Örneğin, Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi öğrencileri üzerinde yapılan bir çalışmada, akıllı telefon bağımlılığı ile akademik erteleme ve akademik başarı arasında negatif bir ilişki bulunmuştur [5]. Bu çalışma, akıllı telefonların aşırı kullanımının dikkat dağınıklığına neden olduğunu ve öğrencilerin ders çalışma alışkanlıklarını olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Veri madenciliği yöntemlerinden biri olan birliktelik analizi, büyük veri kümelerindeki gizli ilişkileri ortaya çıkarmak için yaygın olarak kullanılmaktadır [6]. Bu yöntem, pazarlama, sağlık ve eğitim gibi birçok alanda anlamlı bilgilerin elde edilmesini sağlamaktadır. Örneğin, eğitimde birliktelik analizleri kullanılarak öğrencilerin davranışları ile akademik başarıları arasındaki ilişkiler analiz edilebilmekte ve karar alma süreçlerine katkı sağlanmaktadır [7].

Yapılan bu çalışmada akıllı telefon kullanımının öğrencilerin akademik başarısı üzerine etkisi FP-Growth analizi kullanılarak değerlendirilmiştir.

2. UYGULAMALAR

Yapılan çalışmada akademik başarı üzerine akıllı telefon kullanımının etkisini belirlemek için 11 sorudan oluşan soru formu 18 yaş ve üzeri 163 kişiye uygulanmıştır. 18 yaş altındaki ilköğretim öğrencileri için veriler velilerinden elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan soru formu aşağıda verilmiştir.

1. Yaşınız?

- 18 yaş altı (Veliler tarafından doldurulacaktır)
- 25-40
- 41 ve üzeri

2. Cinsiyetiniz?
- Kadın
- Erkek

3. Eğitim Durumu:
-İlköğretim
- Lise
- Ön Lisans
- Lisans

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

- Yüksek Lisans
- Doktora

4. Akıllı telefon kullanma süreniz nedir?
- Günde 1 saatten az
- Günde 1-2 saat
- Günde 2-4 saat
- Günde 4 saatten fazla

5. Akıllı telefonunuzu ençok hangi amaçlarla kullanıyorsunuz?
- Eğitim (ders çalışmak, ödev veya araştırma yapmak)
- Eğlence (video izlemek, oyun oynamak)
- İş/Profesyonel amaçlar
- Sosyal medya
- Diğer

6. Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırdığını düşünüyor musunuz?
- Evet
- Hayır

7. Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açtığını düşünüyor musunuz?
- Evet
- Hayır

8. Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor?
- Çalışmalarımı sürekli kesintiye uğratıyor
- Nadiren dikkatimi dağıtıyor
- Hiç etkilemiyor

9.Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz?
- Evet, sık sık kontrol ediyorum
-Nadiren kontrol ediyorum
-Hayır, hiç kontrol etmiyorum

10. Akıllı telefon kullanımının derslerinize olan etkisini nasıl değerlendirirsiniz?
- Olumlu
- Nötr
- Olumsuz

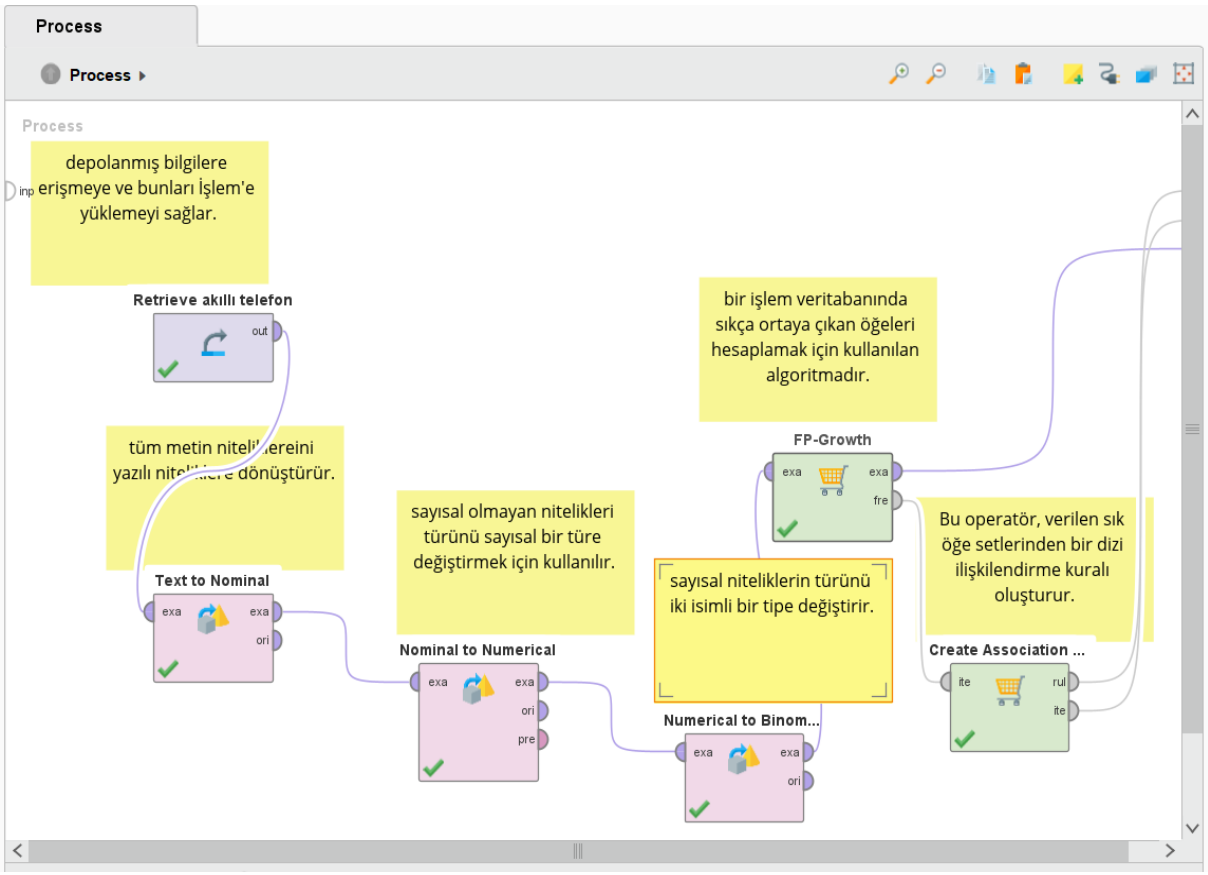
11. Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz?
- Evet, notlarım yükseldi

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

- Evet, notlarım düştü
- Hayır, bir değişiklik olmadı

Yukarıdaki anketten elde edilen veriler, veri madenciliği yazılımı olan RapidMiner kullanılarak FP-Growth algoritması ile analiz edilmiştir. FP-Growth algoritması, büyük veri kümelerinde sık kullanılan öğe kümelerini hızlı ve verimli bir şekilde belirlemek için geliştirilmiş bir yöntemdir [6]. Bu algoritma, özellikle pazarlama, sağlık ve eğitim gibi alanlarda birliktelik kurallarının keşfedilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır [7]. FP-Growth algoritmasının RapidMiner'da uygulanabilmesi için, verilerin uygun formatta hazırlanması ve ilgili operatörlerin doğru bir şekilde yapılandırılması gerekmektedir [8].

FP-Growth analizi uygulanabilmesi için kullanılan proses Görsel 1'de verilmiştir.



Görsel 1. FP-Growth algoritmasında birliktelik analizi için kurulan proses

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Öğrencilerin akademik başarısı üzerine akıllı telefon kullanımının etkisini belirlemek için yapılan FP-Growth analizi sonucunda %70 üstü güven düzeyine sahip 169 kural belirlenmiştir. Bu kurallardan % 85 üzeri güven seviyesine sahip birliktelik kuralları aşağıda verilmiştir.

[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Akıllı telefon kullanımının derslerinize olan etkisini nasıl değerlendirirsiniz = Nötr] --> [Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı] (confidence: 0.851)

[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.852)

[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.854)

[Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.857)

[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Akıllı telefon kullanma süreniz nedir = Günde 2-4 saat] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.860)

[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Cinsiyetiniz = Erkek] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.865)

[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.868)

[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Cinsiyetiniz = Erkek] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.870)

[Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.872)

[Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.872)

[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.872)

[Cinsiyetiniz = Erkek, Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.886)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[Cinsiyetiniz = Erkek, Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.886)
[Akıllı telefon kullanma süreniz nedir = Günde 4 saatten fazla] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.896)
[Akıllı telefon kullanma süreniz nedir = Günde 4 saatten fazla] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.896)
[Akıllı telefon kullanımının derslerinize olan etkisini nasıl değerlendirirsiniz = Nötr] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.900)
[Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Çalışmalarımı sürekli kesintiye uğratıyor] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.905)
[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Evet, sık sık kontrol ediyorum] --> [Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet] (confidence: 0.905)
[Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Evet, sık sık kontrol ediyorum] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.905)
[Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.905)
[Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.905)
[Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı, Akıllı telefon kullanımının derslerinize olan etkisini nasıl değerlendirirsiniz = Nötr] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.905)
[Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.906)
[Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.906)
[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Cinsiyetiniz = Erkek, Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.907)
[Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.911)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.911)
[Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Evet, sık sık kontrol ediyorum] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.913)
[Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Evet, sık sık kontrol ediyorum] --> [Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet] (confidence: 0.913)
[Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.914)
[Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.914)
[Akıllı telefon kullanma süreniz nedir = Günde 2-4 saat] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.915)
[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Akıllı telefon kullanma süreniz nedir = Günde 4 saatten fazla] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.915)
[Akıllı telefon kullanımının derslerinize olan etkisini nasıl değerlendirirsiniz = Nötr] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.920)
[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.927)
[Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Cinsiyetiniz = Erkek] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.929)
[Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı, Akıllı telefon kullanımının derslerinize olan etkisini nasıl değerlendirirsiniz = Nötr] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.929)
[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.930)
[Cinsiyetiniz = Erkek, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.930)
[Cinsiyetiniz = Erkek, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.930)
[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.932)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[Cinsiyetiniz = Erkek] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.932)
[Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.933)
[Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.933)
[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.935)
[Akıllı telefon kullanımının derslerinize olan etkisini nasıl değerlendirirsiniz = Nötr] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.940)
[Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.947)
[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı, Akıllı telefon kullanımının derslerinize olan etkisini nasıl değerlendirirsiniz = Nötr] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.950)
[Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Çalışmalarımı sürekli kesintiye uğratıyor] --> [Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet] (confidence: 0.952)
[Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı, Akıllı telefon kullanımının derslerinize olan etkisini nasıl değerlendirirsiniz = Nötr] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.952)
[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Cinsiyetiniz = Erkek, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.952)
[Akıllı telefonunuzu ençok hangi amaçlarla kullanıyorsunuz = Sosyal Medya] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.953)
[Akıllı telefonunuzu ençok hangi amaçlarla kullanıyorsunuz = Sosyal Medya] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.953)
[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Akıllı telefonunuzu ençok hangi amaçlarla kullanıyorsunuz = Sosyal Medya] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.953)
[Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum, Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.955)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.955)
[Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum, Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.955)
[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Akıllı telefon kullanımının derslerinize olan etkisini nasıl değerlendirirsiniz = Nötr] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.957)
[Cinsiyetiniz = Kadın] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.958)
[Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.969)
[Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.971)
[Yaşınız = 18-40, Akıllı telefon kullanma süreniz nedir = Günde 2-4 saat] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.974)
[Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Cinsiyetiniz = Kadın] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.974)
[Cinsiyetiniz = Erkek, Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.974)
[Yaşınız = 18-40, Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı, Akıllı telefon kullanımının derslerinize olan etkisini nasıl değerlendirirsiniz = Nötr] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.974)
[Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.976)
[Cinsiyetiniz = Erkek, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.977)
[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum, Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.977)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[Cinsiyetiniz = Erkek, Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.977)
[Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum, Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.977)
[Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.978)
[Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.978)
[Yaşınız = 18-40, Akıllı telefon kullanımının derslerinize olan etkisini nasıl değerlendirirsiniz = Nötr] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.978)
[Akıllı telefon kullanma süreniz nedir = Günde 4 saatten fazla] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.979)
[Eğitim Durumunuz = Lisans] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.979)
[Eğitim Durumunuz = Lisans] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.979)
[Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet, Eğitim Durumunuz = Lisans] --> [Yaşınız = 18-40] (confidence: 0.979)
[Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.983)
[Yaşınız = 18-40, Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.983)
[Yaşınız = 18-40, Cinsiyetiniz = Erkek] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.984)
[Yaşınız = 18-40] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 0.990)
[Eğitim Durumunuz = Lisans] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)
[Akıllı telefonunuzu ençok hangi amaçlarla kullanıyorsunuz = Sosyal Medya] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)
[Akıllı telefon kullanımının derslerinize olan etkisini nasıl değerlendirirsiniz = Olumlu] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-40, Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[Yaşınız = 18-40, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-40, Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-40, Akıllı telefon kullanma süreniz nedir = Günde 4 saatten fazla] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-40, Cinsiyetiniz = Kadın] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-40, Eğitim Durumunuz = Lisans] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-40, Akıllı telefonunuzu ençok hangi amaçlarla kullanıyorsunuz = Sosyal Medya] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)
[Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)
[Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı, Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-40, Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Cinsiyetiniz = Erkek] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-40, Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-40, Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-40, Akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açıyor mu = Evet, Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-40, Cinsiyetiniz = Erkek, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-40, Cinsiyetiniz = Erkek, Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[Yaşınız = 18-40, Akıllı telefon kullanımı ile notlarınızda bir değişim olduğunu düşünüyor musunuz = Hayır, bir değişiklik olmadı, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)
[Yaşınız = 18-40, Akıllı telefonunuzu ders çalışırken veya ödev yaparken kontrol etme ihtiyacı duyuyor musunuz = Nadiren kontrol ediyorum, Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nasıl etkiliyor = Nadiren dikkatimi dağıtıyor] --> [Akıllı telefonun eğitim materyallerine erişimi kolaylaştırıyormu = Evet] (confidence: 1.000)

Çalışmada elde edilen birliktelik kurallarından bazılarının açıklaması aşağıda verilmiştir.

%77.1 güven ile akıllı telefonlarını günde 4 saatten fazla kullanan kişilerin akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açtığını söylemişlerdir.

%85.1 güven seviyesi ile akıllı telefon kullanımının eğitim materyaline ulaşımını kolaylaştırdığını ve akıllı telefon kullanımının derslerine olan etkisi nötr olduğunu söyleyen kişilerin akıllı telefon kullanımının akademik başarısı üzerinde etkisi olmadığını söylemişlerdir.

%87.2 güvenirlilik ile akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açtığını, akıllı telefon kullanımının akademik başarısı üzerinde bir etkisini olmadığını ve akıllı telefon kullanımının eğitim materyaline ulaşımı kolaylaştırdığını söyleyen kişilerin yaşının 18- 40 arasında olduğu tespit edilmiştir.

%88.6 güven düzeyi ile cinsiyeti erkek, akıllı telefon bildirimlerinin akademik faaliyetlerini nadiren etkilediğini söyleyen kişilerin yaşlarının 18-40 arasında olduğu ve akıllı telefon kullanımının eğitim materyaline ulaşımı kolaylaştırdığını söyledikleri belirlenmiştir.

%90.5 güvenirlilik ile akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi sürekli kesintiye uğrattığını söyleyen kişilerin akıllı telefon kullanımının eğitim materyaline ulaşımı kolaylaştırdığını söyledikleri tespit edilmiştir.

%91.1 güven seviyesi ile akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açtığını ve akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi nadiren dikkatini dağıttığını söyleyen kişilerin yaşlarının 18-40 arasında olduğu belirlenmiştir.

%93.3 güven seviyesi ile akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açtığını ve akıllı telefonlarını ders çalışırken veya ödev yaparken nadiren nadiren kontrol ettiğini söyleyen kişilerin yaşlarının 18-40 arasında değiştiği belirlenmiştir.

%95.2 güven ile Akıllı telefonunuzun bildirimleri ders çalışmanızı veya akademik faaliyetlerinizi sürekli kesintiye uğrattığını belirten kişilerin akıllı telefon kullanımının dikkat dağınıklığına yol açtığını söylemişlerdir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

%97.4 güven seviyesi ile yaşının 18-40 arasında olduğu ve akıllı telefon kullanım süresinin günde 2-4 saat arasında değiştiğini söyleyen kişilerin akıllı telefon kullanımının eğitim materyaline ulaşımı kolaylaştırdığını belirtmişlerdir.

%100 güven ile yaşının 18-40 arasında değişin, akıllı telefonlarını ders çalışırken veya ödev yaparken nadiren kontrol eden ve akıllı telefon bildirimlerinin ders çalışmalarını veya akademik faaliyetlerini nadiren dikkatlerini dağıttıklarını söyleyen kişilerin akıllı telefon kullanımının eğitim materyallerine ulaşımı kolaylaştırdıklarını belirtmişilerdir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada, öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki akıllı telefon kullanımının etkisi, veri madenciliği tekniklerinden biri olan FP-Growth analizi kullanılarak detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. FP-Growth algoritması, büyük veri setleri içerisindeki sık kullanılan öğeleri hızlı ve verimli bir şekilde belirleyebilen güçlü bir analiz yöntemidir. Bu çalışmada, algoritmanın sağladığı avantajlardan yararlanılarak, öğrencilerin akıllı telefon kullanım alışkanlıkları ile akademik başarıları arasındaki olası ilişkilere ışık tutulmuştur.

Çalışma sonucunda, %70 ve üzeri güvenirlik seviyesine sahip 169 adet anlamlı birliktelik kuralı elde edilmiştir. Bu kurallar, akıllı telefon kullanımının öğrenciler üzerindeki etkilerini daha iyi anlamamıza olanak tanımakta ve farklı kullanım alışkanlıklarının akademik başarı ile nasıl bir bağa sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu tür çalışmalara literatürde sınırlı sayıda rastlanmaktadır. Özellikle eğitim alanında akıllı telefon kullanımı ile akademik başarı arasındaki ilişkilere dair daha fazla veri ve analiz ihtiyacı bulunmaktadır. Bu çalışmanın sonuçlarının, ileride bu alanda araştırma yapacak bilim insanlarına ve eğitim politikalarını belirleyecek uzmanlara faydalı bilgiler sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmanın bulguları, akıllı telefon kullanımının bilinçli bir şekilde yönlendirilmesi durumunda akademik başarıyı artırabileceği, aksi durumda ise başarıyı olumsuz etkileyebileceği gibi önemli ipuçları sunmaktadır.

KAYNAKÇA

[1] Smith, A., & Jones, L. (2020). The ubiquity of technology: Impacts on modern society. *Technology and Society, 32*(1), 12-23

[2] Chen, J. (2021). The role of smartphones in education: Opportunities and challenges. *Educational Technology Research and Development, 69*(4), 789-810.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[3] Davis, R., & Smith, A. (2019). Mobile learning: The impact of smartphones on student success. *Journal of Educational Technology, 15*(2), 55-67.

[4] Kumar, S., & Malik, R. (2022). Smartphones in education: Balancing benefits and risks. *Asian Journal of Education and Technology, 7*(3), 98-113.

[5] Kaya, H., & Aydın, A. (2020). Akıllı telefon bağımlılığı ve akademik erteleme: Bir tıp fakültesi örneği. *Türk Eğitim Dergisi, 5*(1), 45-58.

[6] Han, J., Pei, J., & Yin, Y. (2000). Mining frequent patterns without candidate generation. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, 1-12.

[7] Agrawal, R., & Srikant, R. (1994). Fast algorithms for mining association rules. *Proceedings of the 20th VLDB Conference*.

[8] RapidMiner Documentation. (2023). *FP-Growth operator guide*. Retrieved from https://docs.rapidminer.com/latest/studio/operators/modeling/associations/fp_growth.html

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ESP32 TABANLI Wİ-Fİ, BLUETOOTH VE YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ YENİLENEBİLİR AKILLI EV SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI

Öğr. Gör. Dr., Beytullah BOZALİ
Düzce Üniversitesi
beytullahbozali@duzce.edu.tr - 0000-0002-3633-5780
Lisans Öğrenci, Timur ÇAKMAK
Düzce Üniversitesi
timur224747@ogr.duzce.edu.tr - 0009-0001-7541-9119
Lisans Öğrenci, Semih KARAKAŞ
Düzce Üniversitesi
semih234986@ogr.duzce.edu.tr - 0009-0004-2422-4452

ÖZET

Son yıllarda teknolojideki hızlı ilerlemeler, otomasyon sistemlerinin gelişimini ve yaygınlaşmasını önemli ölçüde hızlandırmış, özellikle uzaktan kontrol teknolojilerinin kolaylaşması akıllı ev otomasyonlarına olan ilgiyi artırmıştır. Bu kapsamda hem güvenliği sağlamak hem de yaşam konforunu artırmak amacıyla, gereksiz enerji tüketimini önleyen ve israfı minimize eden, ESP32 tabanlı Wi-Fi, Bluetooth ve yapay zekâ destekli bir yenilenebilir akıllı ev sistemi prototipi geliştirilmiştir. Projemiz sayesinde, kullanıcılar cep telefonları ile evdeki cihazları kontrol edebilir, herhangi bir olumsuz durumda otomatik uyarılar alabilir veya yapay zekâ destekli çözümlerden yararlanabilir. Prototip, bir model ev üzerinde uygulanmış ve C++ programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir. Sistem, evden uzakta bile kontrol edilebilen bir kumanda merkezi sunmakta; aydınlatma, güvenlik, yenilenebilir enerji, otopark, sıcaklık, bahçe sulama, gaz kaçağı ve yangın alarmı gibi özellikleri otomatikleştirmektedir. Hava koşulları ve sıcaklığa duyarlı mekanik hareketlerle çalışan bu sistem, kullanıcı dostu arayüzü ve sesli kontrol imkânı sayesinde kolaylıkla yönetilebilmektedir. Bu çalışma, akıllı ev otomasyon sistemlerinde enerji verimliliği, güvenlik ve kullanıcı etkileşimi alanlarına yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Akıllı Ev, Yenilenebilir Enerji, ESP32, Uzaktan Kontrol.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ESP32 BASED WI-FI, BLUETOOTH AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE SUPPORTED RENEWABLE SMART HOME SYSTEM DESIGN AND IMPLEMENTATION

ABSTRACT

Rapid advances in technology in recent years have significantly accelerated the development and proliferation of automation systems, and especially the ease of remote-control technologies has increased the interest in smart home automation. In this context, an ESP32-based Wi-Fi, Bluetooth and artificial intelligence-supported renewable smart home system prototype has been developed to prevent unnecessary energy consumption and minimize waste to ensure both security and increase living comfort. Thanks to our project, users can control devices at home with their mobile phones, receive automatic alerts in case of any negative situation, or benefit from artificial intelligence-supported solutions. The prototype was implemented on a model house and developed using the C++ programming language. The system provides a command center that can be controlled even away from home, automating features such as lighting, security, renewable energy, parking, temperature, garden watering, gas leakage and fire alarm. This system, which works with mechanical movements that are sensitive to weather conditions and temperature, can be easily managed thanks to its user-friendly interface and voice control. This study offers an innovative approach to energy efficiency, security and user interaction in smart home automation systems.

Keywords: Artificial Intelligence, Smart Home, Renewable Energy, ESP32, Remote Control.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. GİRİŞ

Son yıllarda teknolojideki hızlı ilerlemeler, günlük yaşamda güvenlik, konfor ve enerji verimliliği gibi kritik ihtiyaçları karşılayan akıllı ev otomasyon sistemlerinin gelişimini ve yaygınlaşmasını hızlandırmıştır. Akıllı ev sistemleri, elektrikle çalışan tüm cihazların kontrolünü sağlayarak daha az fiziksel etkileşimle gündelik işlerin gerçekleştirilmesine olanak tanırken, aynı zamanda kullanıcıların güvenlik, güç tasarrufu ve yaşam kalitesini artıran platformlar ve algılayıcıların etkileşimiyle bir bütün olarak çalışmaktadır. Özellikle şehirlerde nüfus artışıyla birlikte güvenlik, gaz ve yangın kaçağı gibi risklerin artması, bu sorunları minimize eden yenilikçi otomasyon sistemlerinin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Akıllı ev sistemleri, gündelik yaşamda daha az insan müdahalesi ile görevlerin yerine getirilmesini sağlayan, konfor, güvenlik ve enerji tasarrufu odaklı çalışan platformlar ile algılayıcıların birbiriyle entegre şekilde iletişim kurduğu sistemlerdir (Kızılağaç ve ark., 2016). Bu entegre sistemler, kullanıcı kontrolüne açık olan cihazlarla bir araya gelerek, çeşitli otomatik fonksiyonları ve ileri teknoloji özelliklerini bünyesinde barındıran akıllı ev yapılarının temelini oluşturur (Stefanov ve ark., 2004). Son dönemlerde geliştirilen akıllı ev sistemlerinde, yardımcı sensörler kullanılarak mekanik hareketlerin, güvenlik, otopark ve aydınlatma sistemlerinin yanı sıra elektronik cihazların kontrolü sağlanmıştır. Ayrıca güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir kaynaklardan yararlanılarak enerji tasarrufu artırılmıştır. Akıllı ev sistemleri, ev sakinlerinin hareketlerini analiz ederek kullanıcı etkileşimlerini kaydetme ve değerlendirme imkânı sunmaya yönelik önemli adımlar atmıştır (Tapia ve ark., 2004). Bu doğrultuda, uzak mesafeden güç iletiminin DTMF teknolojisiyle sağlanması ve mikroişlemcilerle cihaz kontrolünün entegrasyonu, akıllı ev uygulamalarında yenilikçi çözümler sunmaktadır (Güğül ve Sarıtaş, 2008). Teknolojinin ev ve iş yaşamındaki verimliliği artırmadaki rolü, akıllı ev sistemlerinin önemini daha da vurgulamaktadır. Sürekli gelişen teknolojiler, evlerin uzaktan yönetim ve güvenlik özellikleriyle entegre edilmesini sağlayarak yaşam alanlarını daha verimli hale getirmektedir. Bu sistemler, zaman tasarrufu, güvenlik, hız ve konfor sağlayarak günlük yaşamı optimize etmekte ve sürdürülebilir bir yaşam ortamı sunmaktadır (İlkbahar ve ark., 2021). Akıllı ev teknolojisi, güvenlik, konfor ve tasarruf sağlamak için otomasyon sistemleri kullanır. Akıllı ev teknolojisi, aydınlatma, güvenlik, hareket detektörleri ve iklim kontrolü gibi uygulamalarla evleri daha verimli hale geldiğini ifade etmişlerdir (Sine ve Koçyiğit, 2020). Bu sistemler, cihazların birbirine entegre edilerek tek bir sistem üzerinden yönetilmesini sağlar ve kullanıcılar, mobil cihazlar veya internet aracılığıyla uzaktan erişim imkânı bulur (Öztürk ve Naimi, 2017). Akıllı evler, enerji tasarrufu sağlamak, yaşam maliyetlerini düşürmek, yaşam kalitesini artırmak ve daha güvenli, konforlu bir ortam sunmak amacıyla sürdürülebilir çözümler sunmaktadır. Bu gelişmelerle birlikte, akıllı evlerin geleceği ve yapay zekâ ile insan zekasının ilişkisi zaman içinde şekillenecektir (Tomaş ve Dostoğlu, 2020). Bu bağlamda, radyo frekansı (RF) teknolojisi, akıllı ev sistemlerinde güvenlik amacıyla tercih edilen bir seçenek olup, engelleri aşabilme özelliği ve düşük maliyetiyle öne çıkmaktadır. RF tabanlı sistemler, sensörler ve aktüatörler aracılığıyla ev cihazlarının otomatik kontrolünü sağlayarak çevredeki aktiviteleri izler ve güvenlik önlemleri alır (Bamimore ve Ajagbe, 2020). Akıllı ev sistemleri, enerji verimliliği, güvenlik ve konfor sağlamanın yanı sıra sağlık alanında da önemli çözümler sunmaktadır. Yapay zekâ entegrasyonu, kullanıcı davranışlarına dayalı stratejiler geliştirerek sağlık tehditlerini önleme imkânı sunarken, mikrodenetleyiciler ve mikro USB bağlantıları, bu

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

sistemlerin pratiklik ve verimliliğini artırmaktadır (İlkbahar & Sungu, 2020; Başçiftçi & Gündüz, 2019). Böylece, akıllı evler hem günlük yaşamı kolaylaştırmakta hem de enerji tasarrufu ve güvenlik gibi temel gereksinimlere ek olarak sağlık ve güvenlik alanlarında önemli katkılar sağlamaktadır. Literatürde, bu sistemlerin enerji tasarrufu ve cihaz entegrasyonunu iyileştiren sensör tabanlı otomasyon ve IoT uygulamaları ile kullanıcı deneyimini artırdığı belirtilmiştir (Bashir & Asad, 2019; Patil et al., 2021). Makine öğrenimi algoritmaları, kullanıcı davranışlarına dayalı enerji yönetimi stratejileri sunarken, IoT tabanlı güvenlik sistemleri şifreleme ve protokollerle siber saldırılara karşı direnç sağlamaktadır (Zhao et al., 2020; Ahmed et al., 2018). Ayrıca, kullanıcı dostu arayüz tasarımları ve Bluetooth kontrollü otomasyon projeleri, uzaktan erişim ve otomatik uyarı sistemleriyle akıllı ev uygulamalarını daha etkili hale getirmişlerdir (Kim et al., 2022; Özdemir et al., 2019).

Çalışmanızın literatüre ana katkısı, akıllı ev sistemlerinde enerji verimliliği, güvenlik ve kullanıcı etkileşimini bir araya getiren yenilikçi bir prototip sunmasıdır. Özellikle şu noktalarda özgün bir yaklaşım sağladığı söylenebilir:

1. **Yenilenebilir Enerji Entegrasyonu:** ESP32 tabanlı sistem, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak enerji tasarrufunu maksimize etmeyi hedefler. Bu, enerji yönetimi odaklı çalışmalar için literatüre yeni bir perspektif kazandırır.
2. **Yapay Zekâ Destekli Çözümler:** Yapay zekâ entegrasyonu, kullanıcı davranışlarını analiz ederek özelleştirilmiş ve proaktif çözümler sunar. Bu, mevcut akıllı ev sistemlerinin ötesine geçerek daha öngörülü ve adaptif bir sistem önerir.
3. **Çok Yönlü Uzaktan Kontrol:** Sistem, Wi-Fi ve Bluetooth gibi teknolojilerle cep telefonları üzerinden kontrol edilebilir ve uzaktan erişim sağlanabilir. Bu, kullanıcı deneyimini iyileştiren önemli bir teknolojik avantajdır.
4. **Kapsamlı Özellik Seti:** Aydınlatma, güvenlik, otopark, sıcaklık, bahçe sulama, gaz kaçağı ve yangın alarmı gibi birden fazla özelliği hava koşulları ve sıcaklığa duyarlı bir şekilde entegre eder. Bu, literatürde genellikle tekil sistemler üzerinde odaklanan çalışmalara kıyasla çoklu işlevsellik sunar.
5. **Kullanıcı Dostu Arayüz ve Sesli Kontrol:** Kullanıcıların sistemi kolayca yönetebilmesi için geliştirilen sezgisel arayüz ve sesli kontrol desteği, literatüre kullanıcı merkezli tasarım açısından önemli bir katkı sağlar.

Çalışmanız, bu yenilikçi özellikleriyle akıllı ev otomasyon sistemlerinin gelecekteki tasarım ve uygulamaları için bir referans noktası olma potansiyeline sahiptir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Akıllı Ev ve Ev Otomasyon Sisteminin Yapısı

Akıllı ev ve ev otomasyon sistemleri, çeşitli bileşenlerin bir araya gelmesiyle oluşturulan, kullanıcıların yaşam kalitesini artırmayı ve enerji yönetimini optimize etmeyi amaçlayan bütünleşik yapılar olarak tanımlanabilir. Bu sistemlerin temel bileşenleri ve işlevleri şu şekilde özetlenebilir:

1. Merkezi Kontrol Birimi:

   Tüm sistemin yönetim merkezidir ve giriş birimlerinden gelen verileri işleyerek çıkış birimlerine komutlar iletir. Genellikle dokunmatik ekranlı PC'ler veya mobil cihazlarla entegre çalışan bir yapıya sahiptir. Yapay zekâ desteği sayesinde gerçek zamanlı veri işleme ve kullanıcı ihtiyaçlarına göre uyarlanabilirlik sağlar.

2. Sayısal Giriş Algılayıcı Birimler:

   Yangın, gaz kaçağı, ses, hareket ve deprem gibi fiziksel olayları algılar ve bu bilgileri merkezi birime iletir. Parmak izi ve yüz tanıma gibi biyometrik algılayıcılar da güvenliği artırmak için sistemin bir parçasıdır.

3. Sayısal Çıkış Veren Birimler:

   Klima, aydınlatma, alarm sistemleri gibi cihazları kontrol eder. Röle tabanlı çıkış mekanizmaları, kullanıcı veya merkezi kontrol birimi tarafından belirlenen senaryolar doğrultusunda çalışır.

4. Örneksel Giriş Algılayıcı Birimler:

   Sıcaklık, nem, hava kalitesi gibi çevresel verileri algılar ve merkezi sisteme iletir. Bu bilgiler, akıllı evin çevresel koşullara göre adaptasyonunu sağlar.

5. Anahtar Birimleri:

   Kullanıcıların manuel kontrol ihtiyaçlarını karşılayan birimlerdir. Röleler üzerinden senaryolara müdahale edilmesine olanak tanır ve genellikle ışıkların açılıp kapatılmasında kullanılır.

6. Örneksel Çıkış Veren Birimler:

   Dimmer modülleri gibi bileşenlerle aydınlatma şiddetini ayarlayabilen bu birimler, enerji tasarrufu ve kullanıcı konforu sağladığını vurgulamışlardır (Şahin ve Şahin, 2024).

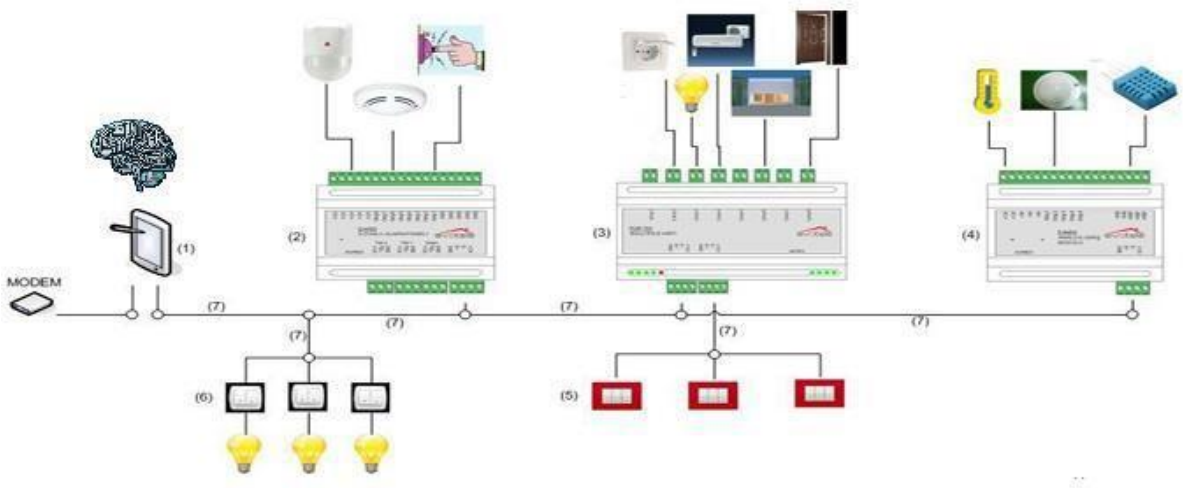
Bu yapı, akıllı ev sistemlerini daha güvenilir, verimli ve kullanıcı dostu bir hale getirmek için gerekli olan teknik altyapıyı sunar. Her bir bileşenin adreslenebilir ve uyarlanabilir olması, sistemin esnekliğini artırır ve kullanıcı ihtiyaçlarına göre özelleştirilmesine olanak tanır.

2.2. ESP32 ve Akıllı Telefonların İletişimi

ESP32 Wi-Fi modülü, kablosuz iletişim sağlamak için kullanılmıştır. ESP32, hem 2.4 GHz Wi-Fi hem de Bluetooth bağlantılarını destekleyerek esnek iletişim olanakları sunar ve düşük enerji tüketimi ile verimlilik sağladığını vurgulanmaktadır (Espressif Systems, 2023). Modül, 3.3V

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

çalışma gerilimine sahiptir, bu nedenle güvenilir bir voltaj regülatörü ile beslenmesi önerilmektedir. Bu özellik, sistemin enerji verimliliği açısından önemli bir avantaj sağlar ve aynı zamanda düşük güç tüketimi gerektiren uygulamalar için uygun bir çözüm sunar. Wi-Fi ve Bluetooth protokollerinin birleşimi, modülün kablosuz veri iletimi ve cihaz kontrolü gibi işlemleri etkili bir şekilde gerçekleştirmesini sağlar, bu da akıllı ev sistemlerinin kablosuz yönetimi için ideal bir altyapı oluşturur.



Görsel 1. Akıllı ev otomasyon sistemlerinin yapay zekâ destekli genel şeması (Şahin ve Şahin, 2024)

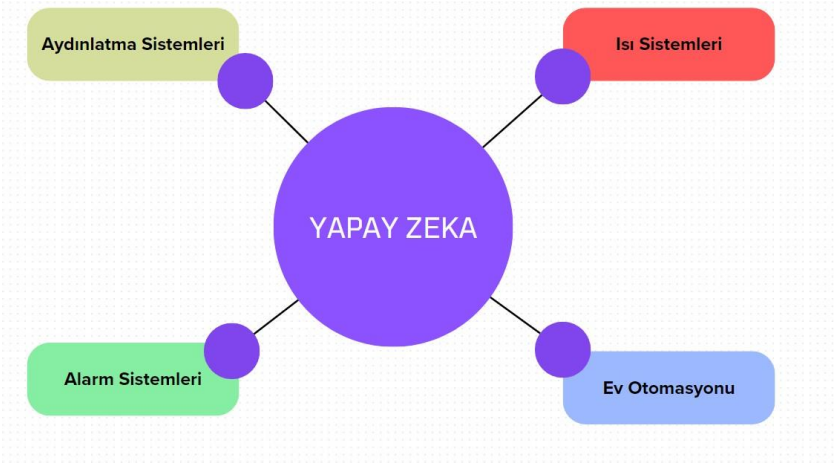
Görsel 1'de, bir akıllı ev ve ev otomasyon sistemi, sayısal ve örneksel giriş/çıkış birimlerinden gelen verileri analiz ederek, çeşitli senaryolar doğrultusunda karar veren merkezi bir bilgisayardan oluşmaktadır (Şahin ve Şahin, 2024). Bu sistem, kullanıcıların yaşam alanındaki cihazları verimli bir şekilde yönetmelerini sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.
Projede, akıllı ev sisteminin aydınlatma, ısıtma, alarm sistemleri ve ev otomasyonuna yönelik mekanik hareketlerin kontrolü sağlanmış; ayrıca otopark yönetimi, enerji tasarrufu ve güneş enerjisinden yararlanma gibi konulara da odaklanılmıştır. Görsel 2'de, tasarlanan sistemin genel yapısını göstermektedir. Bu tasarım, evdeki çeşitli işlevleri optimize ederek, kullanıcı deneyimini iyileştirmeyi ve sürdürülebilir enerji kullanımını teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

ESP32 tabanlı wi-fi, bluetooth ve yapay zekâ destekli yenilenebilir akıllı ev sistemi proje çalışmasında, ESP32 mikrodenetleyici tabanlı bir akıllı ev sistemi tasarlanmış olup, aydınlatma, ısıtma, alarm sistemleri ve ev otomasyonuna yönelik mekanik hareketlerin kontrolü başarıyla gerçekleştirilmiştir. Sistem, otopark yönetimi, enerji verimliliği ve güneş enerjisinin entegrasyonu gibi alanlarda yenilikçi çözümler sunmayı hedeflemektedir.

Tasarlanan sistem, kullanıcı ihtiyaçlarını optimize ederek, enerji tasarrufunu artırmayı ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, yapay zekâ algoritmaları kullanılarak ev içindeki farklı fonksiyonlar arasında etkileşim sağlanmış ve kullanıcı deneyimi önemli ölçüde iyileştirilmiştir. Görsel 2'de, sistemin genel yapısını detaylı bir şekilde sunmakta olup, bileşenler arasındaki entegrasyonu ve bilgi akışını görselleştirmektedir. Bu tasarım, akıllı ev teknolojilerinde hem verimliliği artırmayı hem de

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmayı hedefleyen çok yönlü bir yaklaşıma dayanmaktadır.



Görsel 2. Prototip tasarlanan sistemin genel yapısı

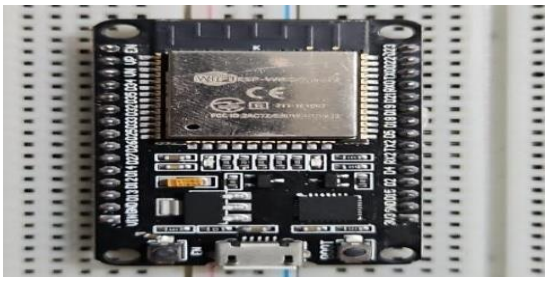
2.3.ESP32

ESP32, Espressif Systems tarafından geliştirilmiş, kablosuz iletişim protokollerini (Wi-Fi ve Bluetooth) destekleyen, yüksek performanslı bir mikrodenetleyici platformudur. Açık kaynaklı bir yapıya sahip olan ESP32, kullanıcı dostu donanım ve yazılım entegrasyonu sunarak, esnek ve özelleştirilebilir bir fiziksel programlama altyapısı sağlamaktadır. ESP32, çift çekirdekli bir işlemci mimarisine, düşük güç tüketimi özelliğine ve geniş giriş/çıkış port seçeneklerine sahiptir. Bu özellikleri sayesinde, otonom olarak çalışabilme yeteneği kazanmış olup, bilgisayarlarda çalışan yazılımlarla veya diğer Nesnelerin İnterneti (IoT) cihazlarıyla kolayca entegre olabilmektedir. Bu entegrasyon yeteneği, interaktif sistemlerin geliştirilmesine olanak tanımakta ve akıllı ev uygulamalarından endüstriyel otomasyona kadar geniş bir kullanım yelpazesi sunmaktadır. ESP32, sahip olduğu gelişmiş ağ iletişim protokolleri ve donanım kapasitesi ile IoT ekosistemlerinde düşük maliyetli ve yüksek verimli bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Bu mikrodenetleyici, yenilikçi projelerde veri toplama, kontrol sistemleri ve gerçek zamanlı uygulamalar gibi kritik işlevlerin yerine getirilmesinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

2.4. ESP32-WROOM-32D Teknik Özellikleri ve Uygulama Alanları

ESP32-WROOM-32D, Espressif Systems tarafından geliştirilmiş, çift çekirdekli 32-bit Xtensa LX6 mikrodenetleyici mimarisine sahip, yüksek performanslı bir karttır. Kart üzerinde 34 dijital giriş/çıkış pini bulunmakta olup, bunların 15'i PWM (Pulse Width Modulation) çıkışı olarak kullanılabilmektedir. Ek olarak, 18 analog giriş, bir 40 MHz kristal osilatör, bir USB bağlantı noktası, bir ICSP (In-Circuit Serial Programming) bağlantısı, bir güç girişi ve bir reset butonu bulunmaktadır. ESP32-WROOM-32D, Wi-Fi ve Bluetooth protokollerini destekleyerek, kablosuz iletişimde geniş bir yelpazede uygulama imkânı sunar. Geniş giriş/çıkış seçenekleri ve düşük enerji tüketimi özellikleri, bu kartı IoT projelerinde ideal bir çözüm haline getirmektedir. Özellikle enerji verimliliği gerektiren projelerde hem yazılım hem de donanım düzeyindeki esnekliği ile öne çıkmaktadır (Espressif Systems, 2020). Görsel 3'te projemizde kullanılan ESP32-WROOM-32D kart görseli verilmektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

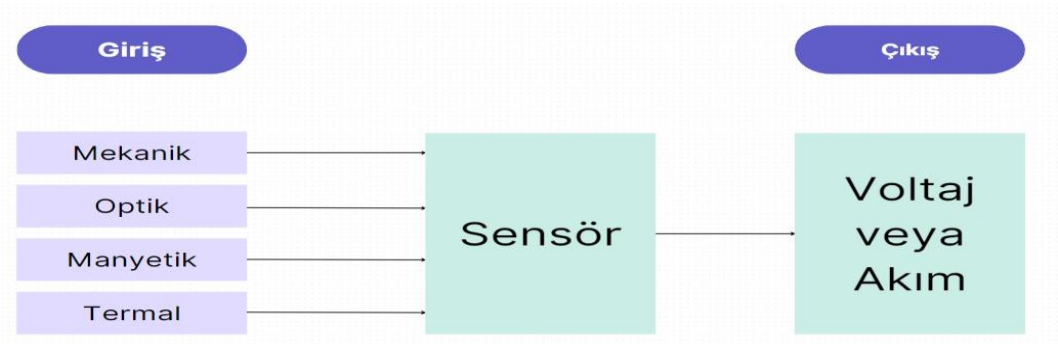


Görsel 3. ESP32-WROOM-32D kartı

2.5.Sensörler ve Elektronik Cihazlar

DHT11 sensörü, çevresel sıcaklık ve nem değerlerini ölçmek için kapasitif nem sensörü ve termistör kullanan, düşük maliyetli ve pratik bir sensördür. Her 2 saniyede bir güncellenen dijital veri sağlayan sensör, ESP32 gibi mikrodenetleyicilerle kolayca entegre edilebilir. Entegrasyon sırasında, VCC pini 3.3V güç kaynağına, GND pini toprak bağlantısına, veri pini ise ESP32'nin dijital giriş pinlerinden birine bağlanarak veri iletimi gerçekleştirilir. Bu yapılandırma sayesinde, sensör verileri ESP32'nin Wi-Fi veya Bluetooth özellikleriyle buluta aktarılabilir veya gerçek zamanlı olarak mobil uygulamalarda ve OLED ekran gibi arayüzlerde görüntülenebilir.

DHT11, sıcaklık ve nem verilerini sürekli izleme yeteneği ile akıllı ev sistemleri, bitki sulama sistemleri ve enerji tasarrufuna yönelik otomasyon projelerinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu özellikleriyle sensör, hem iç ortam koşullarının etkin takibini hem de enerji verimliliğini artırarak sürdürülebilir enerji yönetimine ve kullanıcı memnuniyetine önemli katkılar sağlamaktadır (Devreyakan, 2024; Tlsrobotik,2024). Görsel 4'te Sensör çalışma mantığı devresi verilmektedir.



Görsel 4. Sensör çalışma mantığı devresi

HC-SR501 IR sensörü, pasif kızılötesi (PIR) teknolojisi ile çevresindeki hareketi algılayarak güvenlik sistemlerinin etkin bir bileşeni olarak çalışmaktadır. Bu sensör, ESP32 mikrodenetleyicisine şu şekilde bağlanır: VCC pini ESP32'nin 3.3V pinine, GND pini toprak bağlantısına (GND) ve dijital çıkış pini (OUT) ise bir GPIO pinine (örneğin GPIO13) bağlanır. Hareket algılandığında sensör, ESP32 mikrodenetleyicisine sinyal gönderir ve bağlı alarm sistemi aktif hale gelir. Ayrıca, ESP32'nin Bluetooth veya Wi-Fi özellikleri kullanılarak, mobil cihazlara anlık bildirimler gönderilmesi sağlanır. Bu sistem, güvenliği artırma ve kullanıcıların hareketlilik durumu hakkında bilgilendirilmesini sağlamayı hedeflemişlerdir (Okur ve ark., 2018).

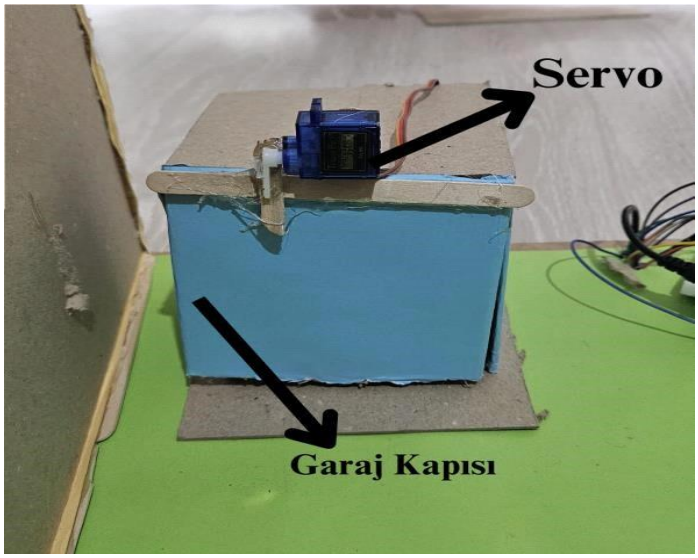
ISBN NR: 978-625-5962-02-7

MQ-5 gaz sensörü, yanıcı gazların (LPG, metan, bütan) konsantrasyonlarını hassas bir şekilde tespit ederek, analog çıkış sinyali üretir. Sensörün ESP32 ile entegrasyonu şu şekilde yapılır: VCC pini ESP32'nin 3.3V pinine, GND pini toprak (GND) pinine bağlanır ve analog çıkış pini (AO), ESP32'nin analog giriş pinlerinden birine (örneğin GPIO36) bağlanır. ESP32, sensörden aldığı veriyi işleyerek gaz kaçağına dair uyarıları mobil uygulama üzerinden kullanıcılara iletebilir. Bunun yanı sıra, algılanan gaz seviyesine göre, sistem otomatik olarak bir fanı çalıştırabilir veya pencere açma mekanizmasını devreye sokabilir. Bu işlem, gaz seviyesi normal değerlere ulaşana kadar devam eder, böylece ev içerisindeki tehlikeli gazlar etkili bir şekilde dışarı atılır. Bu sistem, ev güvenliğini artırmak ve kullanıcıların yaşam alanlarını sağlıklı hale getirmek amacıyla optimize edilmiştir (Okur ve ark., 2018).

3. PROTOTİP ÇALIŞMA SONUÇLARI

Bu çalışmada, ESP32 mikrodenetleyicisi kullanılarak, Wi-Fi ve Bluetooth entegrasyonlu, yapay zekâ destekli yenilenebilir akıllı ev sistemlerinin tasarımı ve uygulamaları incelenmiştir. Çeşitli ev otomasyon bileşenleri, kullanıcıların konforunu ve güvenliğini artırmak amacıyla entegre edilmiştir. Bu sistemde, garaj kapısı kontrolü, bahçe aydınlatma yönetimi, sıcaklık ve nem izleme, enerji verimliliği odaklı sensörler ve alarm sistemleri gibi işlevler başarılı bir şekilde optimize edilmiştir.

Garaj Kapısı Sistemi: Garaj kapısı kontrol sistemi, ESP32 mikrodenetleyicisi ve servo motor entegrasyonu kullanılarak tasarlanmıştır. Bu sistem, kullanıcıların sesli komut, mobil uygulama veya yazılı komutlarla garaj kapısını açıp kapatabilmelerini sağlar. ESP32, gelen komutları işleyerek servo motoru yönlendirir ve kapının hareketini kontrol eder. Wi-Fi üzerinden uzaktan erişim imkânı sunan sistem, kullanıcılara ev dışında olsalar dahi güvenli bir şekilde garaj kapısını yönetme olanağı tanır. Sistem, enerji verimliliği ve pratiklik açısından optimize edilerek, güvenli ve verimli bir garaj otomasyonu sağlamaya çalışılmıştır. Görsel 5'te çalışmamızın garaj kapısı kontrol sistem görseli verilmektedir.



Görsel 5. Garaj kapısı kontrol sistem gösterimi

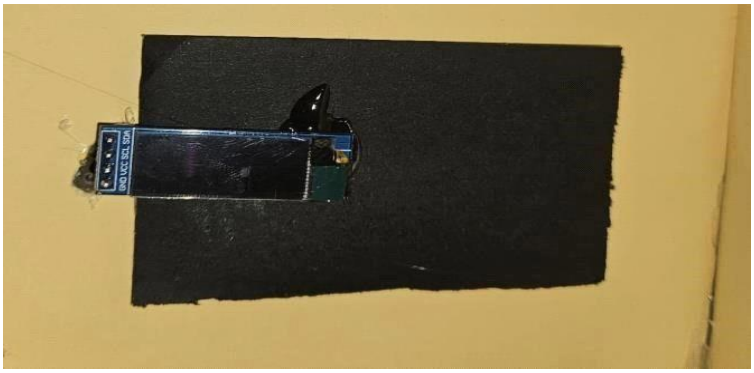
ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Bahçe Aydınlatma Sistemi: ESP32 mikrodenetleyicisi ve yapay zekâ entegrasyonu ile tasarlanmış, kullanıcıların mobil uygulama, sesli komut veya yazılı komutlar aracılığıyla LED ışıklarını kontrol etmelerini sağlar. Sistem, aydınlatma zamanlaması ve enerji tasarrufu senaryolarını kullanıcı tercihlerine göre özelleştirilebilir şekilde sunar. Yapay zekâ desteği sayesinde sensörlere ihtiyaç duymadan doğrudan kontrol sağlanarak, daha verimli ve modern bir çözüm elde edilmiştir. ESP32, Wi-Fi üzerinden yapay zekâ platformuyla bağlanarak, kullanıcıların taleplerine göre LED'lerin açılıp kapanmasını yönetir. Bu yapı, enerji verimliliği ve pratiklik açısından optimize edilmiştir. Görsel 6'da çalışmamızın bahçe aydınlatma sistem gösterimi verilmektedir.



Görsel 6. Bahçe aydınlatma sistem gösterimi

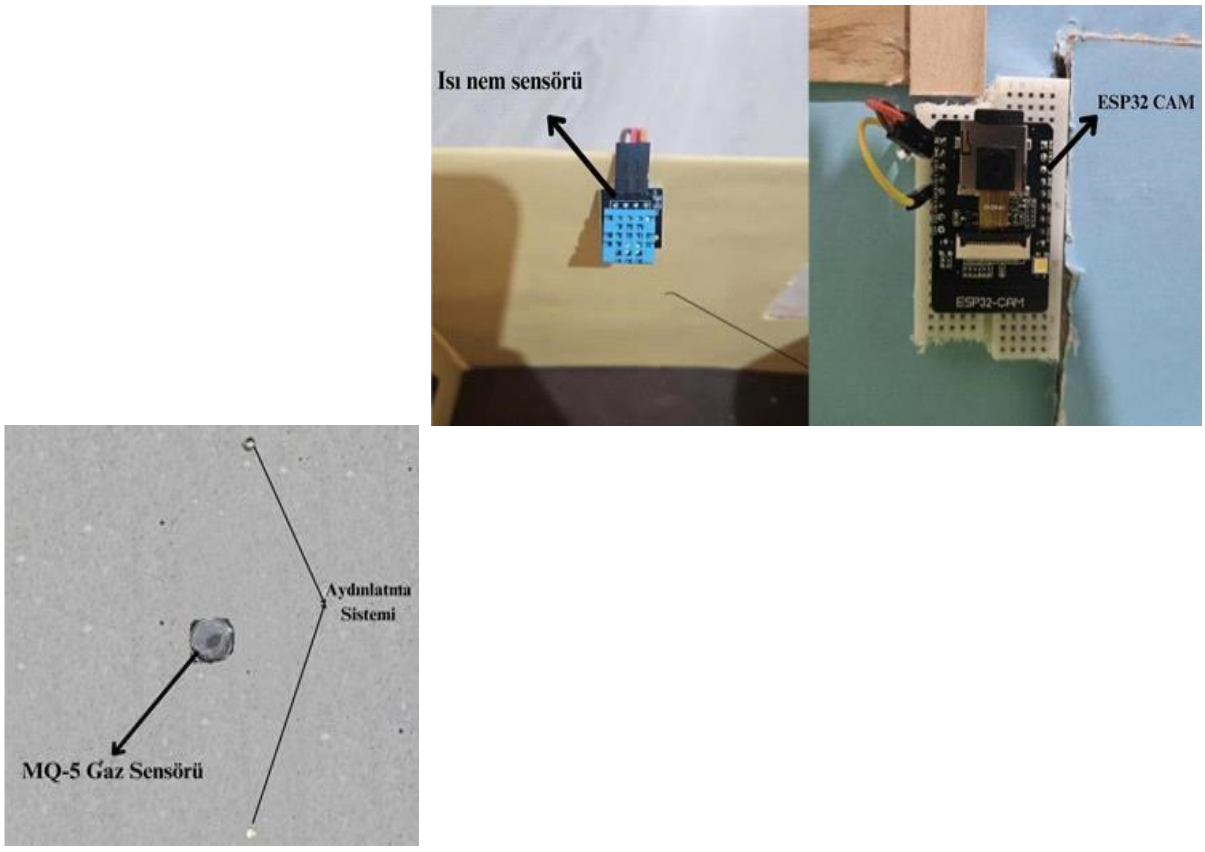
Sıcaklık ve Nem İzleme: DHT11sensörü, sıcaklık ve nem verilerini ölçerek ESP32 mikrodenetleyicisi aracılığıyla LCD ekranda kullanıcıya görsel olarak sunar. Bu sistem, ev içindeki ortam koşullarını anlık olarak izlemeye ve kullanıcıların iç mekân iklimini yönetmesine olanak tanır. Sensör verileri, ESP32 tarafından işlenip LCD ekranda kullanıcı dostu bir arayüzle görüntülenir. Enerji verimliliği sağlamak için LM2596 voltaj düşürücü modülü kullanılarak, ESP32 ve sensörler için gerekli voltaj seviyeleri güvenli bir şekilde ayarlanır. Bu yapı, uzun süreli ve stabil çalışma sağlar, böylece sistemin verimli bir şekilde çalışması garanti edilir. Görsel 7'de çalışmamızın sıcaklık ve nem izleme sistem gösterimi verilmektedir.



Görsel 7. Sıcaklık ve nem izleme sistem gösterimi

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Sıcaklık ve Nem İzleme, Uyarı ve Güvenlik Sistemleri: Bu entegre sistem, ortam sıcaklık ve nem değerlerinin tehlikeli seviyelere ulaşması durumunda kullanıcıyı sesli olarak uyaran bir buzzer, görsel izleme için kullanılan bir LCD ekran ve enerji verimliliğini artıran LM2596 ayarlanabilir voltaj düşürücü modülünden oluşmaktadır. ESP32, DHT11 gibi sensörlerden aldığı sıcaklık ve nem verilerini işleyerek, bu verileri LCD ekranda kullanıcıya görsel olarak sunar. Buzzer ise, belirlenen sıcaklık ve nem eşik değerlerinin aşılması durumunda sesli uyarılar vererek, kullanıcıların tehlikeli durumlardaki hızlı müdahalelerini sağlar. Bu sistem hem görsel hem de sesli uyarılarla güvenliği artırır, kullanıcıların çevresel koşullara hızlı tepki vermesini sağlarken, konforlu ve güvenli bir yaşam alanı sunar. Görsel 8'de çalışmamızın sıcaklık ve nem izleme, uyarı ve güvenlik sistem gösterimi verilmektedir.



Görsel 8. Sıcaklık ve nem izleme, uyarı ve güvenlik sistem gösterimi

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, ESP32 tabanlı Wi-Fi, Bluetooth ve yapay zekâ destekli bir yenilenebilir akıllı ev sistemi tasarlanmış ve uygulanmıştır. Geliştirilen sistem, enerji verimliliği, güvenlik ve kullanıcı etkileşimi alanlarında önemli iyileştirmeler sağlayarak, evdeki cihazların uzaktan kontrolünü mümkün kılmaktadır. Yenilenebilir enerji entegrasyonu sayesinde enerji israfı minimize edilirken, yapay zekâ destekli çözümlerle kullanıcıların ihtiyaçlarına daha uygun ve proaktif çözümler sunulmuştur. Ayrıca, sistemin sunduğu uzaktan kontrol imkânları ve sesli komut desteği, kullanıcı deneyimini geliştirerek ev otomasyonunu daha pratik hale getirilmiştir. Sistemdeki güvenlik önlemleri, sıcaklık, nem, gaz kaçağı ve yangın alarmı gibi sensörlerle

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

desteklenmiş ve anlık uyarılarla kullanıcıların güvenliği artırılmıştır. LCD ekran ve buzzer aracılığıyla görsel ve sesli uyarılar, tehlikeli durumların hızlı bir şekilde fark edilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca, çoklu işlevsellik sunan sistem, aydınlatma, güvenlik, otopark, sıcaklık ve bahçe sulama gibi farklı özelliklerin entegre çalışmasını sağlanmıştır.

Geliştirilen sistemin gelecekteki aşamalarında, yeni cihaz entegrasyonları, biyometrik güvenlik önlemleri ve kullanıcı deneyimi iyileştirmeleri önerilmektedir. Yapay zekâ tabanlı sağlık takibi ve enerji yönetimi özelliklerinin eklenmesi, akıllı evlerin sürdürülebilirliğini artıracak ve kullanıcıların günlük yaşamını daha verimli hale getirecektir. Bu sistem, güvenlik, konfor ve enerji verimliliğini bir araya getirerek akıllı ev teknolojilerinin geleceğine önemli katkılarda bulunma potansiyeline sahiptir.

KAYNAKÇA

Ahmed, S., Malik, H., & Rana, Z. (2018). IoT-based security systems for smart homes: A review of challenges and solutions. *International Journal of Smart Home, 12*(4), 15-30.

Bamimore, I., & Ajagbe, S. A. (2020). Design and implementation of smart home nodes for security using radio frequency modules. *International Journal of Digital Signals and Smart Systems*, *4*(4), 286-303.

Bashir, M., & Asad, M. (2019). Energy-efficient smart home design using sensor-based automation. *Energy Reports, 5*, 876-890.

Başçiftçi, F., & Gündüz, K. A. (2019). Nesnelerin İnterneti Uyumlu Mikrodenetleyiciler Üzerine Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi, 18, 62-71.

Espressif Systems. (2020). *ESP32-WROOM-32D datasheet*. Espressif Systems. https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf (Erişim tarihi: 03.11.2024)

Güğül, G. N., & Sarıtaş, M. (2008). AKILLI EV SİSTEMLERİ VE UYGULAMASI. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, (025), 49-60.

https://devreyakan.com/arduino-ile-dht11-sicaklik-ve-nem-sensoru-kullanimi/ (Erişim tarihi: 10.11.2024)

https://www.espressif.com/en/support/documents/technical-documents (Erişim tarihi: 02.11.2024)

https://www.tlsrobotik.com/urun/esp32-dht11-cp2104-wifi-ve-bluetooth-kontrollu-toprak-sicaklik-ve-nem-sensor modulu/?srsltid=AfmBOorF9a2gCBG5lylBselkP8FTzLso8bPdu9srOLOzx3x0kDz8R87r (Erişim tarihi: 10.11.2024)

İlkbahar, F., & Sungu, E. (2020). Analysis of artificial intelligence technologies used in the covid-19 outbreak process. International Journal of Applied Mathematics Electronics and Computers, 154- 162. https://doi.org/10.18100/ijamec.800910

İlkbahar, F., Ünal, Ş., Karakaya, A. T., & Eren, B. (2021). Akıllı ev sistemleri üzerine bir model önerisi. *AJIT-e: Academic Journal of Information Technology*, *12*(45), 90-105.

Kızılağaç, K., Atasoy, M., Ortakcı, Y. ve Atasoy, F. (2016), "Akıllı Telefonlar ile Yönetilebilen Arduino Tabanlı Akıllı Ev Sistemi", 24 Nisan 2019

https://www.academia.edu/31626862/Ak%C4%B1ll%C4%B1_Telefonlar_ile_Y%C3%B6netilebilen_ Arduino_Tabanl%C4%B1_Ak%C4%B1ll%C4%B1_Ev_Sistemi.

Kim, H., Park, J., & Lee, S. (2022). Enhancing user experience in smart home systems: A user interface perspective. *Journal of Human-Computer Interaction, 38*(7), 1123-1137.

Okur, B., Saraç, A., & Tekeş, H. (2018). Akıllı Ev Otomasyonu. *Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği*. http://web.harran.edu.tr/assets/uploads/other/files/elektronik/files/ak%C4%B1ll%C4%B1_ev_otomasyonu.pdf

Özdemir, Ö., Yağcıoğlu, Ç., Bozali, B., & Öztürk, A. (2019). Telefon sinyali ile verimli enerji kontrollü akıllı ev otomasyonu. *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi (Bahar 2019),* 26–28 Nisan 2019, Kocaeli, 690–697.

Öztürk, A., & Naimi, S. (2017). Akilli Ev Sistemleriinde Kullanılan Yöntemlerin Farkları, Avantajları ve Dezavantajları. Istanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, 9(4), 115-125. https://doi.org/10.17932/IAU.IAUD.13091352.2017.9/36.115-125.

Öztürk, A., & Naimi, S. (2017). Akilli Ev Sistemleriinde Kullanılan Yöntemlerin Farkları, Avantajları ve Dezavantajları. Istanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, 9(4), 115-125. https://doi.org/10.17932/IAU.IAUD.13091352.2017.9/36.115-125

Patil, R., Sharma, P., & Gupta, V. (2021). IoT protocols and standards in smart home systems: A comprehensive review. *IoT Journal, 9*(2), 233-248.

Sine, Ö. & Koçyiğit, Y., (2020). İnternet üzerinden kontrol edilen tam otomasyonlu akıllı ev sistemleri için örnek bir uygulama. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, *11*(2), 521-532.

Stefanov, D. H. Bien Z. ve Chul Bang, W. (2004) "The smart house for older persons and persons with physical disabilities" , IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 12 (2), 228.

Şahin, H., Şahin Ö. ()Akıllı Ev ve Ev Otomasyon Sistemlerinin Güvenlik ve Koruma Amaçlı Olarak Kullanılması, https://www.emo.org.tr/ekler/fa0245c3521aebe_ek.pdf (Erişim tarihi: 02.11.2024)

Tapia, E.M., Stephen, S., Larson, I. and K. (2004), "Activity recognition in the home using simple and ubiquitous sensors". In Pervasive, sf. 158 – 175.

Tomaş, M., & Dostoğlu, N. (2020). Smart House with Artificial Intelligence. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (18), 486-493.

Zhao, X., Wang, L., & Huang, Y. (2020). Machine learning-based energy management strategies in smart homes. *Renewable Energy, 145*, 211-220.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI İLE TEHDİT DEĞERLENDİRMESİ VE SİLAH ATAMA PROBLEMİ

Yüksek Lisans Öğr. İSMAİL CIRRIK
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye,
20414934035@ogr.comu.edu.tr – 0009-0006-1558-7459

Dr. Öğr. Üyesi SAİT CAN YÜCEBAŞ
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye,
can@comu.edu.tr - 0000-0002-1030-3545

ÖZET

Hedef silah atama (Weapon Target Assignment, WTA) problemi, günümüzde modern harekât planlamaları ve stratejileri oluşturulurken dikkatli analiz gerektiren önemli operasyon süreçlerinden biridir. Günümüzde teknolojinin süratle gelişmesi ve çok yönlü harekât ortamlarının yoğunluğu, savunma silahlarını daha önemli bir noktaya getirmiştir. Bu doğrultuda problemin çözümü, yalnızca matematiksel bir optimizasyon süreci olmaktan çıkıp stratejik karar destek mekanizmasının değişmez bir yapı taşı haline gelmiştir. Çalışmada, hava araçlarının teknik kabiliyetleri ve harekât sahasındaki parametrelerine dayalı tehdit seviyesi belirleme süreci ele alınmıştır. Bu süreçteki, belirsizlik durumlarını çözebilecek bulanık mantık tabanlı bir karar destek modeli geliştirilmiştir. İlgili model, mevcut çalışmalardan farklı olarak, değişken tür ve sayıda düşman tehdit unsurları tarafından saldırıya uğrayacağı değerlendirilen askeri ve/veya politik varlıkların ve/veya mevzilerin savunulmasına yönelik, kaynakların en verimli şekilde kullanılması ve en uygun stratejik planın oluşturulmasını amaçlamaktadır. Model üzerinde bir veri seti kullanılarak korelasyon analizi yapılmış ve çok yüksek bir başarı oranı ($r = 0.99$) elde edilmiştir. Araştırma bulguları, geliştirilen yaklaşımın harekâtın stresli ortamında görev yapan operatörlere karar süreçlerinde sağladığı avantajları gösterirken, bu alanda gelecekte yapılacak çalışmalara da değerli bir rehber niteliği sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hedef Silah Ataması Problemi, Optimizasyon, Bulanık Mantık Yöntemi, Hava Savunma Sistemleri.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. GİRİŞ

Yöneylem, karmaşık problemlerin çözümünde ve değerlendirilmesinde, bilimsel ve daha yaygın olarak matematiksel yaklaşımlarla modellenmesini ve optimum karar verilmesini içeren bir disiplindir [1]. Hedef-silah tahsisi problemine yönelik askeri yöneylem ise, saldırıda bulunan hava unsurlarına karşı mevcut savunma kaynaklarının (hava savunma sistemleri vb.) en etkin ve verimli şekilde kullanılmasını planlayan stratejik bir süreçtir. Bu süreç, tehdit unsurlarının önceliklendirilmesi, hedeflerin tehdit seviyelerine uygun silah sistemlerinin tayin edilmesi ve kaynakların en doğru şekilde tahsis edilmesini içermektedir. Burada ulaşılmak istenen asıl amaç, saldırı unsurlarını hızlı ve etkin bir şekilde imha ederek savunma kaynaklarını en verimli şekilde kullanmasını sağlamaktır. Ayrıca korunacak stratejik varlık veya bölgenin en az hasarı alması amaçlanmaktadır [2]. Problemin çözümü, statik ve dinamik tabanlı olarak iki şekilde gerçekleştirilebilmektedir [3]. Statik yaklaşımda, saldırı unsurlarının ve savunma kaynaklarının sabit olduğu varsayılarak optimal bir atama yapılırken [4]; dinamik yaklaşımda, gerçek zamanlı olarak saldırı unsurlarının ve savunma kaynaklarına ait verilerin sürekli yenilenmesiyle karar alma süreci sürekli değişmektedir [5].

Hava Savunma genel bir tanımlama ile bir ülkenin hava sahasını koruma amacıyla düşman hava saldırılarının etkinliğini ortadan kaldırmak veya minimize etmek için alınmış veya alınacak tüm önlemler/tedbirler olarak ifade edilmektedir [6]. Hava savunma sistemleri ise düşman unsurlarını tespit ve takip etmek, değerlendirmek ve etkisiz hale getirmek için kullanılan silahlardır [7]. Bu sistemler; hedefleri tespit, takip ve dost düşman sorgulaması yapan sensör sistemleri, harekâtın kontrol ve koordine edildiği, düşman unsurlarına hızlı reaksiyon göstermek için geliştirilmiş bilgi ve yönetim merkezi olan komuta kontrol merkezleri, angajman esnasında mühimmatların ateşlendiği füze fırlatma sistemleri ve sistem içerisindeki unsurların birbirleri ve hava araçları ile bilgi paylaşımını sağlayan haberleşme sistemleri gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Hava araçları ise atmosferde hareket edebilen ve çeşitli hava görevlerinin icrası için tasarlanmış, insanlı veya insansız platformlardır. Bu platformların askeri alanda başlıca kullanım alanlarına; istihbarat, gözetleme ve keşif (İGK), hava savunma, angajman ve bombardıman, elektronik harp, lojistik destek ve eğitim gibi örnekler verilebilmektedir.

Savunulması amaçlanan askeri ve/veya politik varlıkların ve/veya mevzilerin etrafında farklı katmanları kapsayacak şekilde konuşlandırılmış farklı teknik kabiliyetlere sahip savunma sistemleri (menzil, manevra kabiliyeti, maksimum hız ve irtifa vb.) bulunmaktadır. Katmanlar

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

(layers); genellikle taşınabilir veya mobil hareket yeteneğine sahip kısa mesafedeki hava hedeflerine karşı hızlı reaksiyon göstermek için geliştirilmiş kısa menzilli (short range), kısa menzilli sistemlere kıyasla daha geniş bir savunma alanını kapsayan sabit veya mobil sistemler olan orta menzilli (medium range) ve uzun mesafedeki stratejik hava hedeflerine karşı bölgesel savunma yapabilen uzun menzilli (long range) hava savunma sistemleri olmak üzere üç (3) grup şeklinde tanımlanmıştır. Bu çalışmada savunma sistemleri ile korunacak varlıklara saldırı da bulunacak tehdit unsurlarına en iyi angajmanı uygulayacak silah sistemlerinin tahsis edilmesi sağlanacaktır. Bu analitik modelden beklenen husus, komuta katına rasyonel/mantıklı saldırı (attack) veya savunma (defense) planı oluşturulmasına yardımcı olacak çözüm önerisi sunmasıdır.

Silah-hedef ataması problemi çalışmaları, ilk olarak Manne tarafından 1958 yılında başlatılmış ve optimal tahsis yöntemlerini ele alan temel modeller geliştirilmiştir. [8] Daha sonraki önemli çalışmalarda, Ahuja ve diğerleri 1989 yılında, dinamik yapıya sahip silah-hedef tahsisi problemleri için ağ akışı tabanlı yeni çözümler önermiş [9], Murphey ise 2000 yılında, silah hedef tahsisini daha kompleks harekât senaryolarında uygulamıştır [10]. Tehdit değerlendirme ve silah tahsisi süreçleri birçok çalışma da bulanık mantık yöntemi kullanılarak geliştirilmiştir. Sillevis Smitt ve Bruggeman tarafından 1996 yılında, deniz platformlarında konuşlu savunma sistemleri için bulanık tabanlı bir karar destek mekanizması geliştirmiştir [11]. Liang 2007 yılında, deniz platformlarında konuşlu savunma sistemleri için dört (4) parametre (mesafe, hız, irtifa ve en yakın geçiş noktası (closest point of approach-CPA)) kullanarak bulanık mantığa dayalı tehdit değerlendirme çalışması gerçekleştirmiştir [12]. Gelev ve diğerleri 2007 yılında, bulanık mantık kullanarak savunma silahları için hava hedeflerine yönelik etkili ve verimli bir atış kontrol sistemi geliştirmişlerdir [13]. Johansson ve Falkman 2008 yılında, hedef tehdit derecelendirmesinde bulanık mantık ve bayes ağları yöntemlerini kıyaslamış ve bulanık mantığın daha iyi sonuçlar verdiğini, bayes ağlarının ise daha kompleks bir işlem gerektirdiğini ortaya koymuşlardır [14]. Kabak 2011 yılında, savunma öncelikleri planlamasında bulanık "İdeal Çözüme Benzerlik ile Sıralama Tekniği (TOPSIS)" yaklaşımının hızlı ve güvenilir sonuçlar ürettiğini göstermiştir [15]. Yun, et al. 2012 yılında, tehdit değerlendirmesinde adaptif öğrenme ve bulanık verileri işleme kabiliyetine sahip bir nöro-bulanık sistem tasarlamışlardır [16]. Dongfeng ve diğerleri 2012 yılında, tehdit seviyesinin hesaplanmasında sezgisel bulanık mantığın muğlak ve karmaşık verileri yönetmedeki başarısını göstermişlerdir [17]. Rizwan ve diğerleri 2014 yılında, radarlar için düşmanca hareket eden hava araçlarına bulanık mantık yaklaşımı ile tehdit değeri belirleyen bir sistem geliştirmişlerdir [18]. Lu ve diğerleri 2015

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

yılında, hava aracına ait parametreleri (hız, irtifa, hedef tipi ve karıştırma yeteneği) kullanarak bulanık mantık ve bulanık yaklaşımlı kümelere dayalı bir tehdit değerlendirme mekanizması geliştirmişler ve tehdit derecesini sınırları belirli bir aralık olarak hesaplamışlardır [19]. Azimirad ve Haddadnia 2015 yılında, harp gemilerine saldırı da bulunan hava araçlarının tehdit seviyesini beş (5) adet parametre (mesafe, hız, irtifa, dost-düşman tespiti ve mühimmat bilgileri) kullanarak ve bulanık kurallar yardımıyla MATLAB tabanlı bir sistem ile değerlendirmişlerdir [20]. Beser ve diğerleri 2018 yılında, harp gemileri için hava araçlarının tehdit seviyesini dört (4) adet parametre (mesafe, irtifa, hız ve tırmanma oranı) kullanarak değerlendirmiş ve bulanık mantık temelli bir sistemi geliştirmişlerdir [21]. Gao ve diğerleri 2020 yılında, 3 yönlü karar modeli ve bulanık mantık kullanarak hava araçlarını tehdit derecesini değerlendiren ve karar süreçlerini kolaylaştıran bir yöntem geliştirmişlerdir [22]. Coşkun 2021 yılında, belirlediği altı (6) adet parametre (mesafe, hız, irtifa, karıştırma seviyesi, radar kesit alanı ve CPA) ile MATLAB tabanlı bulanık mantık yaklaşımı kullanarak hedef tehdit seviyesini hesaplamıştır [23]. Bahsi geçen çalışmalarda tehdit seviyelerinin belirsizlik içeren verilerini ele almak için bulanık Mantık yöntemini etkin bir şekilde uygulamışlardır.

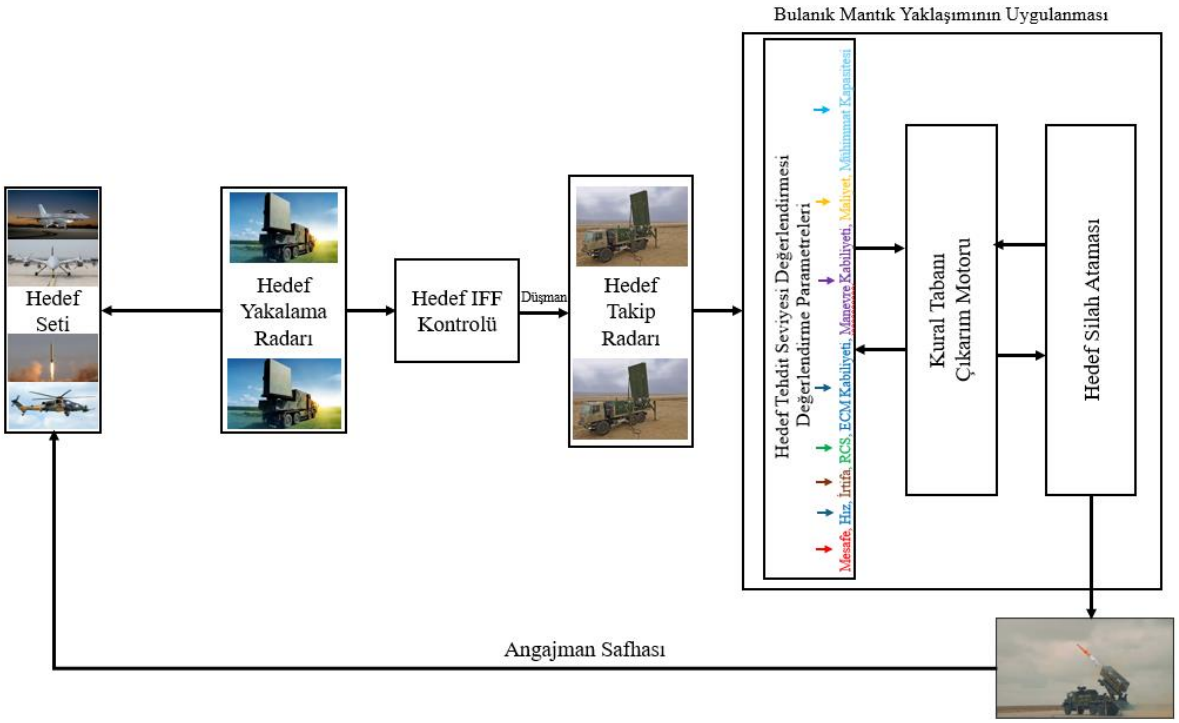
Literatürdeki ve çalışmalar incelendiğinde, Dongfeng ve diğerleri [17] ve Coşkun [23] gibi gerçekleştirilen çoğu çalışmanın yalnızca tehdit seviyesi belirlemeye odaklandığı, bu seviyeye yönelik etkili bir savunma stratejisi veya silah atama karar desteği sunmadığı görülmüştür. Dahası, bu çalışmalarda genellikle sınırlı sayıda parametre kullanılmış ve bu az sayıdaki parametrenin karar süreçlerine etkileri detaylı şekilde yansıtılmamıştır. Oysa tehdit değerlendirmesi ve silah atama problemleri, kullanılan parametrelerin kapsamı ve doğruluğu ile doğrudan ilişkilidir. Bu çalışmada, literatürdeki eksiklikleri gidermek amacıyla hem tehdit seviyesi belirleme hem de savunma stratejisi geliştirme süreçlerine yönelik bir karar destek sistemi sunulmuştur. Ayrıca, mevcut çalışmalardan farklı olarak daha kapsamlı bir parametre seti oluşturulmuş, özellikle mühimmat parametresi detaylandırılarak farklı alt kategorilerde değerlendirilmiştir. Bu sayede, tehditlere yönelik daha hassas ve etkili stratejik kararlar alınması hedeflenmiştir.

İlgili karar destek modeli için bulanık mantık [24] yöntemi kullanılmıştır. Modelde ilk olarak hava aracına ait oluşturulan parametrelere bağlı dilsel değişkenler (low, medium vb.) ve her değişken için bulanık değerler belirlenmiş ardından üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur. Sonraki süreçte "*Eğer-İse"* yapısında oluşturulan kural mekanizmalarıyla tehdit dereceleri belirlenmiştir. Son safhada konuşlu bulunan savunma silahlarına yönelik oluşturulan silah

parametreleri ve kuralları kullanılarak, her tehdit için optimum savunma silahı tahsisi gerçekleştirilmiştir. Bu özelliklere ek olarak tasarlanan arayüz sayesinde kullanıcının istediği savunma sistemine ve hava aracına istediği radar ve mühimmatı entegre etmesine olanak tanınmaktadır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Stratejik bir varlık veya altyapıya saldırıda bulunan hedef setlerinin tehdit seviyesi değerlendirmesi ve bu hedeflere uygun savunma silahı tahsisi sürecini anlatan bir blok diyagramı Görsel 1'de sunulmuştur.



Görsel 1. Hava araçlarının tespitinden imhasına kadar geçen süreçlerini gösteren blog diyagramı, ∅ 9,60 cm., 2024

Süreç, ilk olarak hedef seti içerisinde yer alan potansiyel tehdit unsurlarının yakalama radarıyla tespit edilmesi ve dost-düşman sorgusunun (Identification Friend or Foe-IFF) yapılmasıyla başlamaktadır. Daha sonra, düşman olduğu tespit edilen hava araçları yakalama radarından hedef takip radarına aktarılmakta ve bu radar tarafından detaylı bir izleme gerçekleştirilmektedir. Buradan tehdit unsuruna dair elde edilen bilgiler doğrultusunda hedef tehdit değerlendirmesi gerçekleştirilmektedir. Bu değerlendirme hedefin teknik kabiliyetlerine ve harekât sahasındaki hareketlerine bağlı olarak oluşturulan parametrelere dayalı olarak yapılmaktadır. Bu işlemin akabinde hava unsuru, her parametreden elde edilen tehdit

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

değerlendirme sonuçlarına bağlı olarak oluşturulmuş kural tabanı ve çıkarım motoru aracılığıyla, tehdit seviyelerine göre analiz edilmektedir. Son olarak, belirlenen önceliklere uygun şekilde silah-hedef tahsisi işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu döngüsel yapı, harekât ortamının yoğun ve karmaşık yapısına uyum sağlayarak etkili, hassas, doğru ve hızlı karar alma süreçlerinde kullanıcılara yardımcı olmaktadır [25].

2.1. Hedef Seti (Tehdit Unsurları)

Görsel 1'de gösterilen süreç, bir hedef setinin belirlenmesiyle başlamaktadır. Bu hedef seti içerisinde; saldırıda bulunan düşman kuvvetleri ve potansiyel tehdit oluşturabilecek farklı türden hava araçlarını barındırmaktadır. Hedef seti; jet uçakları, taarruzi insansız hava araçları, helikopterler ve balistik füzeler gibi farklı hava araçlarından oluşmaktadır.

2.2. Hedef Yakalama/Tespit Radarı (Acquisition Radar)

Hedef setinde bulunan hava araçlarının tespit edilmesi, yakalama radarı tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu radar sistemi, uzun bir menzil, yüksek irtifa ve geniş bir tarama kapasitesine sahip olup hedeflerin mesafe, hız, irtifa gibi temel bilgilerini vermektedir [26].

2.3. Hedef Dost Düşman Tanımlaması (IFF)

Hedef tespit radarı tarafından tespit edilen hava araçlarının, dost unsurlarına mı yoksa düşman unsurlarına mı ait olduğunu belirlemek amacıyla IFF (Identification Friend or Foe) kontrolü yapılmaktadır [27]. Sorgulama sonucunda dost olarak algılanan hava araçları süreçten çıkarılmakta ve bu hedeflere tehdit değerlendirmesi uygulanmamaktadır. Eğer hava aracı sorgu sonunda düşman olarak nitelendirilirse, bu bilgi bir sonraki adıma aktarılmaktadır.

2.4. Hedef Takip Radarı (Tracking Radar)

Hava araçları, düşman olarak tanımlanmaları durumunda takip radarına aktarılmakta ve bu radar aracılığıyla kapsamlı bir şekilde takip edilmektedir. Takip radarı, tehdit unsurlarının mesafe, hız, irtifa, istikamet ve hareket bilgilerini sürekli olarak yenilemekte ve bu sayede daha güvenilir ve güncel veriler sağlamaktadır.

2.5. Hedef Tehdit Değerlendirmesi (Threat Evaluation)

Tehdit genel bir ifade ile düşmanca veya şüpheli hareketlerde bulunan hava aracının, imha etme veya hasar verme yönündeki niyetinin anlaşılması olarak tanımlanabilmektedir. Tehdit değerlendirme süreci, bu tarz bir harekette bulunan hava unsurunun bir ülkenin önemli

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

bölgelerine, silahlarına, altyapılarına ve çıkarlarına yönelik bir tehdit oluşturup oluşturmadığını analiz etme sürecidir [28].

Hedefin düşman olarak tespit edilmesinin ardından Görsel 1'de yer alan parametreler doğrultusunda hedef tehdit değerlendirmesi yapılmaktadır. Parametrelere dayalı olarak yürütülen bu süreçte bulanık mantık yöntemi kullanılmıştır.

2.5.1. Parametrelerin Bulanıklaştırma Süreci

Bu makale çalışmasında kullanılan parametrelerin bulanık dilsel değişkenleri ve bulanık değerleri Çizelge 1'de sunulmuştur. Tehdit değerlendirme sürecinde hava aracına ait kullanılan parametreler, değerlendirme ve analiz süreçlerini esnek ve daha kolay anlaşılır bir hale dönüştürmek amacıyla "Very Very Low", "Very Low", "Low", "Medium", "High", "Very High" ve "Very Very High" şeklinde yedi (7) farklı dilsel değişken ile Çizelge 1'de kategorize edilmiştir. Örneğin, "Very Very Low" değişkeni bir hava aracının mesafesi için ele alındığında, bu durum hava aracının savunulacak alan için çok çok yüksek tehdit oluşturabilecek kadar yakın bir mesafede olduğunu ifade ederken, "Very Very High" ifadesi mesafenin uzak olduğunu ve tehdit olasılığının çok çok düşük olabileceğini ifade etmektedir. Bu dilsel ifadeler, kesin sınırlar yerine bulanık mantık çerçevesinde olasılık aralıklarıyla oluşturulduğu için belirsizliklerin kolay bir şeklide yönetilmesine imkân tanımaktadır.

Çizelge 1. Tehdit değerlendirmesinde kullanılan parametrelerin dilsel değişkenleri ve bunların bulanık değerleri.

	Very Very Low	**Very Low**	**Low**	**Medium**	**High**	**Very High**	**Very Very High**
Mesafe (km)	0, 7, 15	10, 18, 26	20, 30, 40	30, 60, 90	80, 130, 180	150, 225, 300	250, 325, 400
Hız (km/s)	1, 200, 350	275, 400, 550	450, 650, 850	750, 925, 1100	1000, 1200, 1400	1300, 1600, 1900	1700, 2100, 2500

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

İrtifa (km)	0, 750, 1500	1250, 2000, 2750	2200, 3600, 5000	4000, 6000, 8000	6500, 9000, 11500	10000, 13000, 16000	14000, 18000, 22000
Manevra Kabiliyeti	0, 1, 2	1, 2, 3	2, 3, 4	3, 4, 5	4, 5, 6	5, 6, 7	6, 7, 8
ECM Kabiliyeti	0, 1, 2	1, 2, 3	2, 3, 4	3, 4, 5	4, 5, 6	5, 6, 7	6, 7, 8
Radar Kesit Alanı (RCS)	0, 1, 2	1, 2.5, 4	2.5, 4, 5.5	4, 5.5, 7	5.5, 7, 8.5	7, 8.5, 10	8.5, 10, 12
Hava Aracının Maliyeti (Milyon USD)	0, 4, 8	5, 12.5, 20	15, 35, 55	45, 75, 110	90, 145, 200	150, 250, 350	275, 375, 475
Mühimmat Kapasitesi	Tehdit unsurunun taşıdığı yük kapasitesi birden fazla alt parametreye bağlı olmasından dolayı Çizelge 2'de ayrı olarak sunulmuştur.						

Çizelge 1'de yer alan parametrelere ait tanımlamalar aşağıdaki bölümde kısaca ele alınmıştır:

Mesafe: Savunulacak varlık veya bölgenin konumu ile saldırı unsuru arasında ölçülen doğrusal uzaklık olarak tanımlanmaktadır. Program içerisinde birim olarak km cinsinden tanımlanmıştır. Mesafe azaldıkça tehdit seviyesi de artmaktadır.

Hız: Saldırı unsurunun birim zamanda kat ettiği mesafeyi ifade etmektedir. Bu parametre program içerisinde km/s birim cinsinde tanımlanmıştır. Hız arttıkça tehdit seviyesi de artmaktadır [29].

İrtifa: Hava aracının deniz seviyesi göre yüksekliğini ifade etmektedir. Program içerisinde birim olarak km cinsinden tanımlanmıştır. İrtifa azaldıkça tehdit seviyesi artmaktadır [29].

ECM Kabiliyeti: Saldırı unsurunun sahip olduğu elektronik karıştırma sistemleriyle savunma sistemlerinin radar ve haberleşme sistemlerine zarar verme yeteneğini ifade etmektedir. ECM kabiliyeti arttıkça tehdit seviyesi de artmaktadır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

RCS (Radar Kesit Alanı): Saldırı unsurunun, kendisine gönderilen radar dalgalarını geri yansıtma veya yansıtmama kapasitesini ifade etmektedir. Bu özellik hava aracının radarlar tarafından tespit edilebilirlik seviyesini göstermektedir. Radar kesit alanı azaldıkça tehdit seviyesi artmaktadır.

Manevra Kabiliyeti: Saldırı unsurunun yüksek hızlarda iken yön değiştirme kabiliyetini ifade etmektedir. Bu kabiliyet sayesinde savunma silahlarının angajman esnasında hava araçlarına müdahale etmesi zorlaşmaktadır. Manevra kabiliyeti arttıkça tehdit seviyesi de artmaktadır.

Hava Aracının Maliyeti: Saldırı unsurunun üretim veya tedarik maliyeti ülkenin milli değerlerini temsil etmektedir. Bu yüzden hava aracının maliyeti arttıkça düşman kuvvetlere verilecek zararda artacaktır. Maliyet değeri arttıkça tehdit seviyesi de artmaktadır.

Taşıdığı Yük Kapasitesi: Bir görev veya operasyonun ifası için hava aracı tarafından taşınan, saldırı veya savunma amaçlı kullanılan silahlar olarak tanımlanmaktadır. Bu silahlar, hava aracının türüne, görevine ve harekât ihtiyaçlarına göre farlılık göstermektedir. Saldırı unsurunun üzerinde taşıdığı mühimmat yükü arttıkça taarruz edilen bölge üzerinde bırakabileceği potansiyel hasar seviyesi de artmaktadır.

Yük kapasitesi, tehdit unsurunun taşıdığı mühimmatın çeşitliliğinden kaynaklı olarak savulan alanda bırakacağı yıkıcı etkinin daha iyi anlaşılabilmesi ve ayrıntılı bir şekilde değerlendirebilmesi amacıyla alt parametrelere ayrılmıştır. Bu alt parametrelere ait bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak oluşturulmuş dilsel değişkenler ve bulanık değerler Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2. Tehdit unsurunun taşıdığı yük kapasitesine bağlı alt değerlendirme parametrelerine ait dilsel değişkenler ve bunların bulanık değerleri.

	Very Very Low	Very Low	Low	Medium	High	Very High	Very Very High
Mesafe (km)	0, 50, 100	50, 100, 150	100, 150, 200	150, 250, 350	275, 400, 525	450, 575, 700	650, 825, 1000,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Hız (km/s)	0, 250, 500	250, 750, 1250	1000, 1500, 2000	1700, 2500, 3300	3000, 3600, 4200	4000, 4500, 5000	4200, 5000, 6000
Patlama Gücü	0, 75, 150	100, 200, 300	250, 350, 450	380, 500, 620	580, 650, 720	675, 750, 825	750, 850, 950
Manevra Kabiliyeti	1 , 2, 3	2, 3, 4	3, 4, 5	4, 5, 6	5, 6, 7	6, 7, 8	7, 8, 9

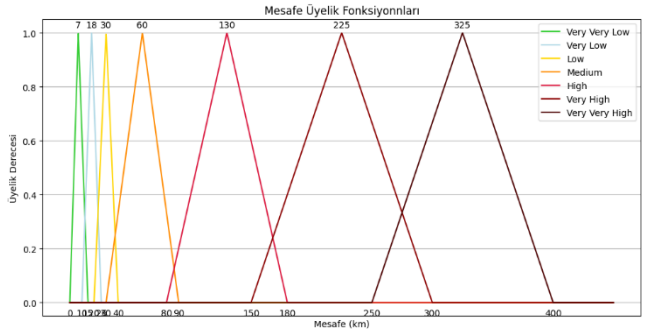
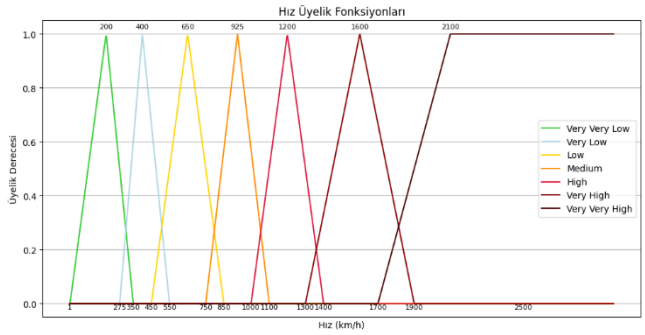
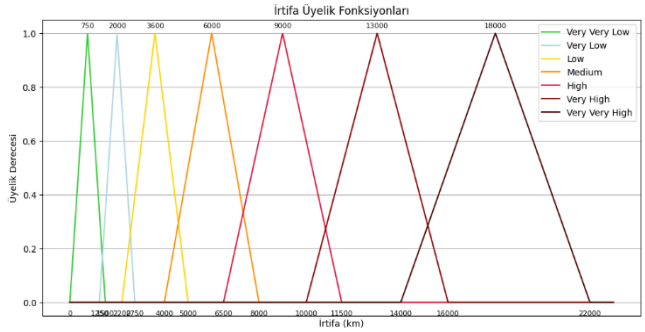
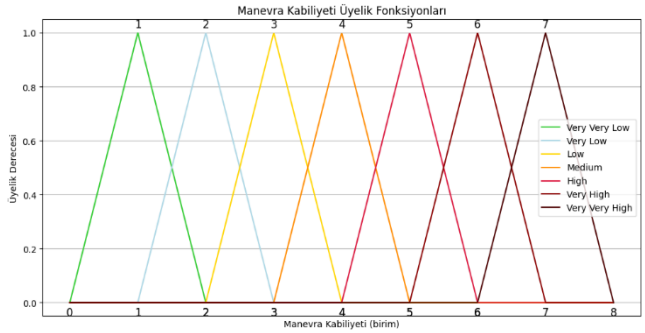
2.5.2. Üyelik Fonksiyonlarının Oluşturulması

Çizelge 1 ve Çizelge 2'de belirtilen hava aracı tehdit değerlendirmesi için tanımlanan parametrelerin dilsel değişkenleri ve bu değişkenlere karşılık gelen değerler, aşağıdaki Çizelge 3'te üyelik fonksiyonları şeklinde görselleştirilmiştir. Grafiklerdeki yatay eksen parametrenin ölçüm veya değer aralıklarını, dikey eksen ise 0 ile 1 arasında bir değer alan üyelik derecesini ifade etmektedir. Grafikte gösterilen renkler yeşilden koyu kırmıza doğru artan değerleri temsil etmektedir.

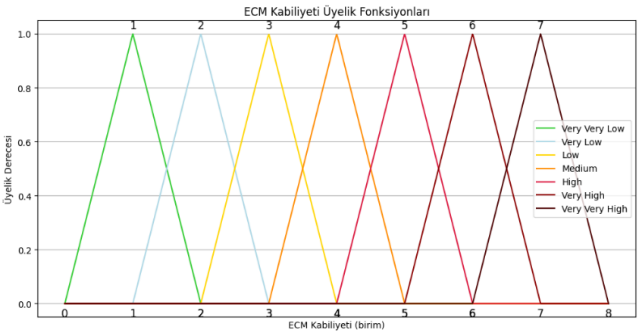
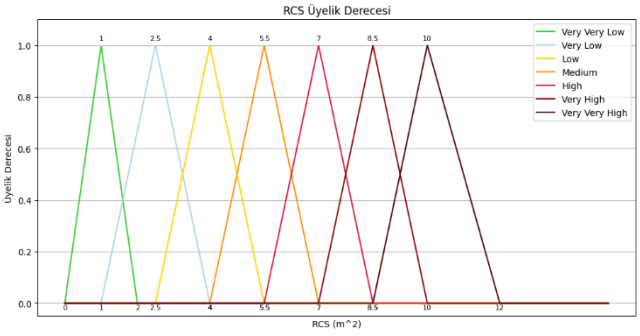
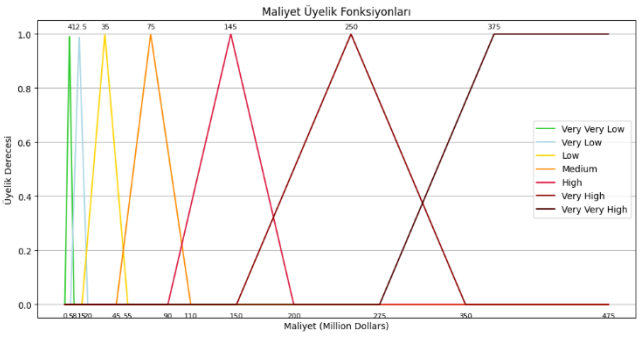
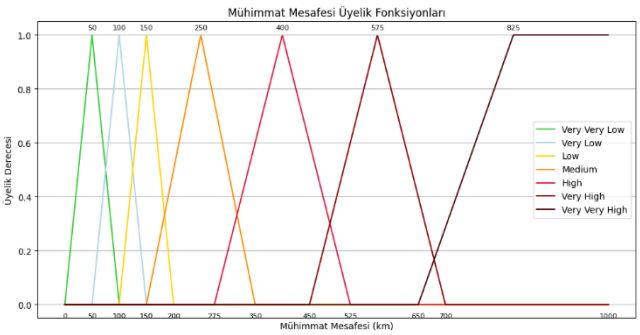
Çizelge 3. Tehdit değerlendirmesinde kullanılan parametrelere ait üyelik fonksiyonları

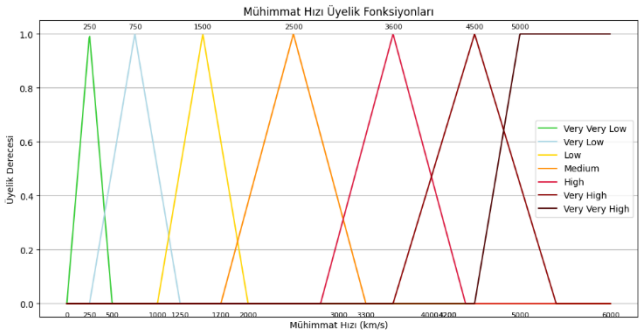
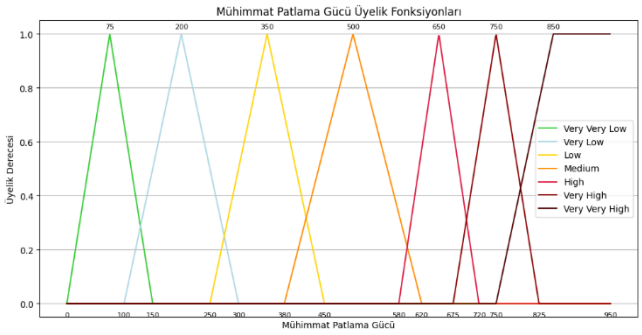
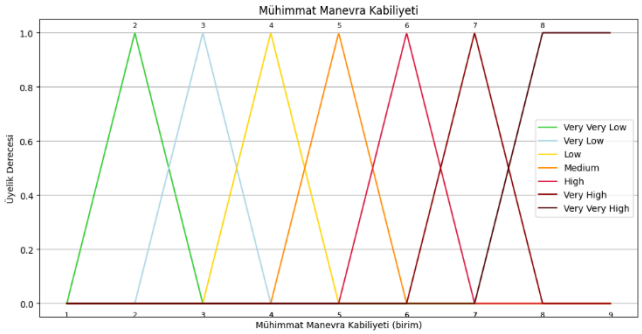
Üyelik Fonksiyon Grafikleri	Açıklama

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

 **Görsel 2. Mesafe parametresine ait üyelik fonksiyonları, ∅ 9,60 cm., 2024**	Grafik'te, mesafe parametresi 0-400 km aralığında "Very Very Low" ile "Very Very High" arasında değişen 7 farklı dilsel ifade ile tanımlanmış, her bir ifade için belirlenen üyelik derecelerinin sayısal sınırları gösterilmiştir. Mesafenin 400'den büyük olması durumunda tehdit seviyesi 0 olarak belirlenmiştir.
 **Görsel 3. Hız parametresine ait üyelik fonksiyonları, ∅ 9,60 cm., 2024**	Grafik'te, hız parametresi 0-2100 km/s aralığında "Very Very Low"dan "Very Very High"a kadar 7 farklı dilsel değişken ile ifade edilmiş, bu ifadelerin hız aralıklarına göre üyelik dereceleri tanımlamıştır. 2100 km/s'ten büyük hızlara ait tehdit seviyesi 1 olarak tanımlanmıştır
 **Görsel 4. İrtifa parametresine ait üyelik fonksiyonları, ∅ 9,60 cm., 2024**	Grafik'te, irtifa parametresi 0-2200 km aralığında "Very Very Low"dan "Very Very High"a kadar 7 farklı dilsel değişken ile ifade edilmiş, bu ifadelerin irtifa aralıklarına göre üyelik dereceleri tanımlamıştır. 2200 km'den büyük irtifadan uçan hedeflerin bu parametre için tehdit seviyesi 0 olarak tanımlanmıştır
 **Görsel 5. Manevra Kabiliyeti parametresine ait üyelik fonksiyonları, ∅ 9,60 cm., 2024**	Grafik'te, manevra kabiliyeti parametresi 0-8 birim aralığında "Very Very Low"dan "Very Very High"a kadar 7 farklı dilsel değişken ile ifade edilmiş, bu ifadelerin manevra kabiliyeti aralıklarına göre üyelik dereceleri tanımlamıştır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

 **Görsel 6. ECM Kabiliyeti parametresine ait üyelik fonksiyonları, ∅ 9,60 cm., 2024**	Grafik'te, ECM kabiliyeti parametresi 0-8 birim aralığında "Very Very Low"dan "Very Very High"a kadar 7 farklı dilsel değişken ile ifade edilmiş, bu ifadelerin ECM kabiliyeti aralıklarına göre üyelik dereceleri tanımlamıştır.
 **Görsel 7. RCS parametresine ait üyelik fonksiyonları, ∅ 9,60 cm., 2024**	Grafik'te, radar kesit alanı parametresi 0-12 m^2 aralığında "Very Very Low"dan "Very Very High"a kadar 7 farklı dilsel değişken ile ifade edilmiş, bu ifadelerin RCS aralıklarına göre üyelik dereceleri tanımlamıştır. 12 m^2'den büyük RCS'ye sahip hava araçlarının bu parametre için tehdit seviyesi 0 olarak tanımlanmıştır.
 **Görsel 8. Maliyet parametresine ait üyelik fonksiyonları, ∅ 9,60 cm., 2024**	Grafik'te, hava aracının maliyeti parametresi 0-475 milyon dolar aralığında "Very Very Low"dan "Very Very High"a kadar 7 farklı dilsel değişken ile ifade edilmiş, bu ifadelerin maliyet aralıklarına göre üyelik dereceleri tanımlamıştır. 475 M$'dan büyük değere sahip hava araçlarının bu parametre için tehdit seviyesi 1 olarak tanımlanmıştır.
Mühimmat Kapasitesi Alt Parametreleri	
	Grafik'te, mühimmatın mesafesi alt parametresi 0-1000 km aralığında "Very Very Low"dan "Very Very High"a kadar 7 farklı dilsel değişken ile ifade edilmiş, bu ifadelerin mesafe aralıklarına göre üyelik dereceleri tanımlamıştır. 1000 km'den

Görsel 9. Mühimmat mesafesi alt parametresine ait üyelik fonksiyonları, ∅ 9,60 cm., 2024	büyük etkili menzile sahip mühimmatların bu alt parametre için tehdit seviyesi 1 olarak tanımlanmıştır.
 **Görsel 10. Mühimmat hızı alt parametresine ait üyelik fonksiyonları, ∅ 9,60 cm., 2024**	Grafik'te, mühimmatın hızı alt parametresi 0-6000 km/s aralığında "Very Very Low"dan "Very Very High"a kadar 7 farklı dilsel değişken ile ifade edilmiş, bu ifadelerin hız aralıklarına göre üyelik dereceleri tanımlamıştır. 6000 km/s'ten büyük hıza sahip mühimmatların bu alt parametre için tehdit seviyesi 1 olarak tanımlanmıştır.
 **Görsel 11. Mühimmat patlama gücü alt parametresine ait üyelik fonksiyonları, ∅ 9,60 cm., 2024**	Grafik'te, mühimmatın patlama gücü alt parametresi 0-950 birim aralığında "Very Very Low"dan "Very Very High"a kadar 7 farklı dilsel değişken ile ifade edilmiş, bu ifadelerin patlama gücü aralıklarına göre üyelik dereceleri tanımlamıştır. 950 birimden büyük patlama gücüne sahip mühimmatların bu alt parametre için tehdit seviyesi 1 olarak tanımlanmıştır.
 **Görsel 12. Mühimmat manevra kabiliyeti alt parametresine ait üyelik fonksiyonları, ∅ 9,60 cm., 2024**	Grafik'te, mühimmatın manevra kabiliyeti alt parametresi 0-9 birim aralığında "Very Very Low"dan "Very Very High"a kadar 7 farklı dilsel değişken ile ifade edilmiş, bu ifadelerin manevra kabiliyeti aralıklarına göre üyelik dereceleri tanımlamıştır. 9 birimden büyük manevra kabiliyetine sahip mühimmatların bu alt parametre için tehdit seviyesi 1 olarak tanımlanmıştır.

2.5.3. Tehdit Değerlendirme Parametrelerine ait Değişkenlerin Ağırlıklı Katsayıları

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 4'te sunulmuş ağırlıklı katsayılar, tehdit değerlendirme sürecinde kullanılan parametrelere ait değişkenlerin göreceli önemini ve karar alma üzerindeki etkisini ifade eden çarpanlardır. Her bir değişken, kapsadığı değere özgü kritikliği doğrultusunda belirli bir ağırlık çarpanı ile değerlendirilmekte ve bu ağırlıklar, tehdit unsurlarının ilgili parametrelerinin tehdit skorunu hesaplamak için kullanılmaktadır.

Çizelge 4. Tehdit Değerlendirme Parametrelerine ait Değişkenlerin Ağırlıklı Katsayıları

	Very Very Low	Very Low	Low	Medium	High	Very High	Very Very High
Mesafe	1	0,82	0.66	0.50	0.34	0.18	0.05
Hız	0.05	0.18	0.34	0.50	0.66	0,82	1
İrtifa	1	0,82	0.66	0.50	0.34	0.18	0.05
Manevra Kabiliyeti	0.05	0.18	0.34	0.50	0.66	0,82	1
ECM Kabiliyeti	0.05	0.18	0.34	0.50	0.66	0,82	1
RCS	1	0,82	0.66	0.50	0.34	0.18	0.05
Hava Aracının Maliyeti	0.05	0.18	0.34	0.50	0.66	0,82	1
Taşıdığı Yük Kapasitesine ait Alt Parametrelerin Ağırlık Değerleri							
Mesafe	0.05	0.18	0.34	0.50	0.66	0,82	1
Hız	0.05	0.18	0.34	0.50	0.66	0,82	1
Patlama Gücü	0.05	0.18	0.34	0.50	0.66	0,82	1
Manevra Kabiliyeti	0.05	0.18	0.34	0.50	0.66	0,82	1
Mühimmat Adedi	0.05	0.18	0.34	0.50	0.66	0,82	1

2.6. Kural Tabanı ve Çıkarım Motoru

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çalışmada, kural tabanı, “If-then (Eğer-Öyleyse)” yapısında ve tehdit unsurlarının önceden belirlenen birden çok parametresine bağlı olarak oluşturulmuştur. Örneğin:

- "Eğer mesafe Very Very Low ve hız Very High ise tehdit seviyesi Very Very High olarak belirlenir."
- "Eğer irtifa Medium, manevra kabiliyeti Very High ve ECM kabiliyeti High ise tehdit seviyesi High olarak belirlenir.
- "Eğer irtifa Medium, manevra kabiliyeti Very High ve ECM kabiliyeti High ise tehdit seviyesi High olarak belirlenir.

Çıkarım motoru, kural tabanı ile gerçek zamanlı olarak hava aracının verilerini bağdaştırarak, her durumun kendine özgü tehdit seviyelerini ve bu seviyelere uygun çıktıları belirlemektedir. Örneğin: Çıkarım her parametrenin dilsel ifadelerini değerlendirmekte (Low, High, Very High gibi) ve bu verilere uygun olarak tek bir tehdit seviyesi belirlemektedir (Low, Medium, High, Very High).

2.7. Parametrelerin Ağırlıklı Hesaplanmaları

Hava aracının tehdit seviyesinin hesaplanmasında sekiz (8) temel parametre (mesafe, hız, irtifa, ECM kabiliyeti, RCS (Radar Kesit Alanı), manevra kabiliyeti, hava aracının maliyeti ve mühimmat yük kapasitesi) dikkate alınmaktadır.

Çizelge 7’de gösterilen hava aracına ait yedi (7) parametre kendi içerisinde belirli katsayılarla ağırlıklandırılarak bir tehdit skoru hesaplanmaktadır. Hava araçlarının reaksiyon ve müdahale sürelerini doğrudan etkilemesinden dolayı mesafe parametresi en büyük katsayıya sahipken, tehdit seviyesini belirlemede destekleyici bir parametre olarak kullanılan hava aracının maliyeti parametresi en düşük katsayıya sahiptir.

Çizelge 5. Hava aracına ait parametrelerin ait ağırlık katsayıları.

	Mesafe	**Hız**	**İrtifa**	**ECM Kabiliyeti**	**RCS**	**Manevra Kabiliyeti**	**Maliyet**
Ağırlıklı Katsayıları	0.3	0.15	0.11	0.14	0.13	0.12	0.05

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 8'de gösterilen mühimmat parametresinin alt parametreleri ise ayrı bir analizden geçirilerek bir skor hesaplanmaktadır.

Çizelge 6. Mühimmat yük kapasitesi parametresinin alt parametrelerinin ağırlık katsayıları.

	Mesafe	Hız	Patlama Gücü	Manevra Kabiliyeti	Mühimmat Adedi
Ağırlıklı Katsayıları	0.20	0.20	0.30	0.15	0.15

Bu elde edilen iki farklı değer, denklem 2.1 gösterilen katsayılarla çarpılarak hava aracının toplam tehdit skoru elde edilmektedir. Böylece, farklı parametrelerin önem derecelerini gösteren bütüncül bir değerlendirme gerçekleştirilmektedir.

$$\text{Top. Skor} = \textit{Hava Aracı Katkısı} * 0.8 + \textit{Mühimmat Katkısı} * 0.2 \quad (2.1)$$

2.8. Durulaştırma

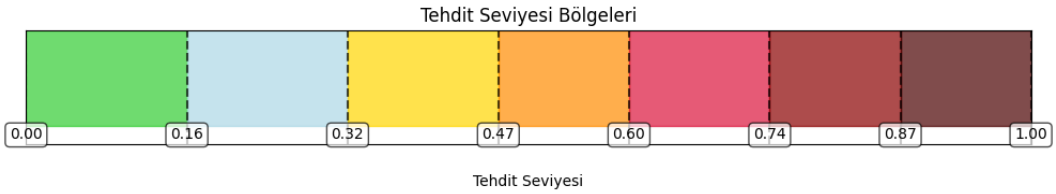
Durulaştırma işlemi, bulanık mantık sistemlerinde elde edilen bulanık çıktıların, karar alma sürecinde kullanılabilecek kesin değerlere dönüştürülmesi işlemidir.

Sistem, saldırıda bulunan bir unsuru değerlendirirken tehdit seviyesini bulanık değerlerle analiz etmektedir. Örneğin, bir hedefin mesafesi "Medium", hızı "High" ve taşıdığı mühimmat kapasitesi "Very High" olarak bulanık ifadelerle değerlendirilmektedir. Bu bulanık sonuçlar, durulaştırma işlemi ile kesin bir tehdit skoru olarak kullanıcıya sunulmaktadır, örneğin 0.92 (1 üzerinden).

2.9. Toplam Tehdit Seviyesinin Gösterimi

Bütün parametrelerin tehdit seviyelerinin hesaplanmasının ardından elde edilen toplam tehdit skoru, 0'dan 1'e kadar artan değerlerle Görsel 13'teki gibi temsil edilmiştir. Her bir aralık farklı renk tonları ile gösterilmiştir. Yeşil tonlardan başlayarak kırmızı tonlara kadar ilerleyen bu renk gradyanı, düşük seviyeden (yeşil) yüksek seviyeye (koyu kırmızı) kadar tehdit şiddetini ifade etmektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



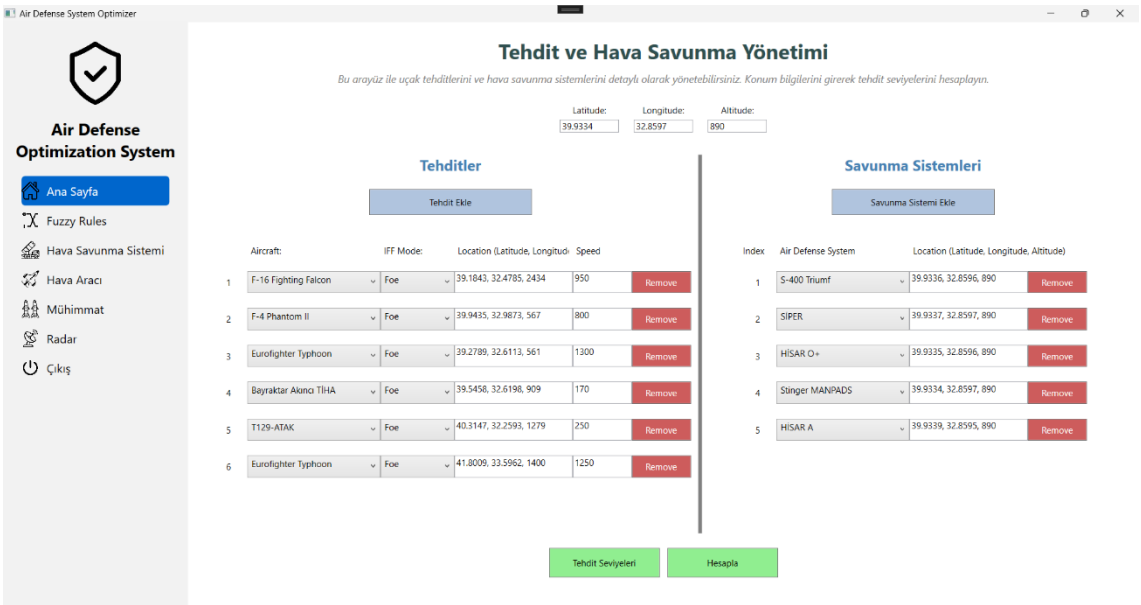
Görsel 13. Toplam tehdit seviyesi bölgelerinin gösterimi, ∅ 14,26 cm., 2024.

2.10. Silah Atama Süreci (Weapon Allocation)

Silah atama süreci, tehdit unsurlarını imha etmek veya onlara verilecek hasarı maksimum düzeye çıkarmak amacıyla savunma silahlarını tehdit unsurlarına en hızlı ve uygun şekilde tahsis edilmesi olarak ifade edilebilmektedir [29]. Bu süreç, tehditlerin doğru bir şekilde analiz edilmesi, uygun silahların belirlenmesi ve mevcut kaynakların en verimli şekilde kullanılması prensiplerine dayanmaktadır. Silah ataması yapılırken ilk olarak radarların takip mesafesinde ve savunma sisteminin etkili menzili içerisinde olup olmadığı kontrol edilir. Birden fazla savunma sisteminin etkili menzili içerisinde ise hava aracının tehdit seviyesi, hava savunma sisteminin maliyeti, ECM kabiliyeti, radar kapasitesi gibi özellikleri değerlendirilerek silah tahsisi gerçekleştirilmektedir.

3. SİLAH ATAMA ARAYÜZÜ ARACILIĞIYLA SENARYO OLUŞTURULMASI VE SONUÇLARIN ANALİZ EDİLMESİ

Görsel 14'te gösterilen ekran, hedef tehdit değerlendirme ve silah hedef optimizasyon sistemi için geliştirilmiş bir kullanıcı arayüzüdür.



ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Görsel 14. Hedef silah atama optimizasyonu için tasarlanmış arayüz, ∅ 17 cm., 2024.

Ekranın sol kısmında bulunan menüdeki;

- "Ana Sayfa" sekmesi üzerinden, savunulacak varlığa veya bölgeye ait konum bilgileri, hava araçlarının tür, konum, IFF ve hız bilgileri, hava savunma sistemlerinin tür ve konum bilgileri tanımlanmakta ve genel tehdit seviyesi hesaplanmaktadır.

- "Fuzzy Rules" sekmesi üzerinden, oluşturulan bulanık kurallar görüntülenmektedir.

- "Hava Savunma Sistemi" sekmesi üzerinden, savunma silahlarına ait teknik özellik ve kabiliyetlerine yönelik bilgiler tanımlanmaktadır.

- "Hava Aracı" sekmesi üzerinden, hava araçlarına ait teknik özellik ve kabiliyetlerine yönelik bilgiler tanımlanmaktadır.

- "Mühimmat" sekmesi üzerinden, hava araçlarının ve savunma silahlarının taşıdığı mühimmatların teknik özelliklerine ve kabiliyetlerine yönelik bilgilerin tanımlandığı bölümdür.

- "Radar" sekmesi üzerinden hava araçlarının ve savunma silahlarına entegre edilecek radar sistemlerinin teknik özelliklerine ve kabiliyetlerine yönelik bilgilerin tanımlandığı bölümdür.

3.1. Arayüz Üzerinden Senaryo Oluşturulması

Görsel 14'te gösterilen ekranda hedef tehdit değerlenmesi ve optimizasyonuna yönelik bir senaryo yer almaktadır. Bu senaryo kapsamında;

- Savunulacak varlığın konumu Latitude (enlem), Longitude (boylam) ve Altitude (yükseklik) cinsinden tanımlanmıştır.

- Bu varlığı savunmak amacıyla çevresinde katmanlı hava savunma yapısı oluşturulmuş, bu katmanlı yapı içerisinde kısa, orta ve uzun menzilli kategorilerinde olmak üzere beş (5) farklı hava savunma sistemi (S-400 Triumf, SİPER, HİSAR O+, Stinger MANPADS, HİSAR A) konuşlandırılmış,

- Bu varlığa saldırı da bulunacak 5'i (beş) farklı türde olmak üzere 6 (altı) adet (F-16 Fighting Falcon, F-4 Phantom II, 2xEurofighter Typhoon, Bayraktar Akıncı TİHA, T129-ATAK) hava aracı tehdit olarak tanımlanmıştır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3.2. Senaryo Sonuçlarının Analiz Edilmesi

Görsel 14'te oluşturulan senaryo kapsamında elde edilen tehdit değerlenmesi ve silah atamasına yönelik sonuçlar Görsel 15'teki ekran üzerinde gösterilmiştir. Bu ekran üzerinden; tehdit unsurunun IFF modu, saldırı anındaki hızı ve irtifası, saldırıda bulunduğu varlığa olan mesafesi, taşıdığı faydalı yükler, toplam tehdit seviyesinin dilsel ifadesi, toplam tehdit skoru, savunma sistemlerinin hangi radarları tarafından takip edildiği ve tehdit unsuruna hangi savunma sisteminin tahsis edildiği gibi bilgiler görüntülenmektedir. Senaryo kapsamında; F-16 Fighting Falcon jet uçağı örnek olarak detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Diğer tehdit unsurlarına ait bilgiler Görsel 15'teki ekranda gösterilmiştir. F-16 Fighting Falcon jet uçağı ilk aşamada düşman (foe) olarak tanımlanmıştır. F-16'nın savunulan varlığa olan mesafe 28 km, saldırı hızı 950 km/s, irtifası 2434 km ve 2xAIM-120 AMRAAM ile 4xMK-82 mühimmatlarını taşımaktadır. Bu tehdit unsuru S-400, SİPER ve HİSAR O+ savunma sisteminin radarları tarafından takip edilmektedir. Hedefin bütün parametrelerinin değerlendirilmesi sonucunda tehdit skoru 0.61 (high) olarak elde edilmiştir. Yapılan silah tahsisi değerlendirmesi sonucunda menzil, ECM kapasitesi, manevra kabiliyeti ve maliyet açısından ele alınmış ve HİSAR O+ savunma sistemi tahsis edilmiştir.

ThreatDetailsWindow

#	Aircraft	IFF Mode	Speed	Distance	Altitude	Aircraft Munitions	Threat Level	Threat Score	Detected by Radar	Assigned ADS
1	F-16 Fighting Falcon	Foe	950	28.594327181968907	2434	2 x AIM-120 AMRAAM, 4 x Mk-82 General Purpose Bomb	High	0.6410714285714285	91N6E Big Bird (600), 92N6E Grave Stone (400), 96L6 Cheese Board (300), Uzun Menzilli Arama Radarı (U Çok Fonksiyonlu Atış Kontrol R KALKAN II 3D (40)	HİSAR O+
2	F-4 Phantom II	Foe	800	10.941375604826177	567	4 x AIM-7 Sparrow, 4 x Mk-84 General Purpose Bomb	Very High	0.7718061075088893	91N6E Big Bird (600), 92N6E Grave Stone (400), 96L6 Cheese Board (300), Uzun Menzilli Arama Radarı (U Çok Fonksiyonlu Atış Kontrol R KALKAN II 3D (40), Hava Gözetleme Radarı (20)	HİSAR A
3	Eurofighter Typhoon	Foe	1300	75.82511539527358	561	4 x Meteor, 2 x Storm Shadow	Medium	0.5990514202778354	91N6E Big Bird (600), 92N6E Grave Stone (400), 96L6 Cheese Board (300), Uzun Menzilli Arama Radarı (U Çok Fonksiyonlu Atış Kontrol R	SİPER
4	Bayraktar Akıncı TİHA	Foe	170	47.746174207792215	2075	1 x SOM Seyir Füzesi, 2 x MAM-T, 2 x MK-83	Medium	0.4780219780219781	91N6E Big Bird (600), 92N6E Grave Stone (400), 96L6 Cheese Board (300), Uzun Menzilli Arama Radarı (U Çok Fonksiyonlu Atış Kontrol R	SİPER
5	T129-ATAK	Foe	250	66.36094504449501	1279	2 x FIM-92 Stinger, 1 x UMTAS, 2 x Cirit	Low	0.39642857142857146	91N6E Big Bird (600), 92N6E Grave Stone (400), 96L6 Cheese Board (300), Uzun Menzilli Arama Radarı (U Çok Fonksiyonlu Atış Kontrol R	SİPER
6	Eurofighter Typhoon	Foe	1250	216.6930229087074	1400	4 x Meteor, 2 x Storm Shadow	Low	0.4499887044676968	91N6E Big Bird (600), 92N6E Grave Stone (400), 96L6 Cheese Board (300), Uzun Menzilli Arama Radarı (U	S-400 Triumf

Görsel 15. Tehdit değerlenmesi ve silah atamasına yönelik sonuçların elde edilmesi, ∅ 17,14 cm., 2024

Geliştirilen model, içerisinde helikopterlerin, silahlı insansız hava araçlarının, savaş ve taarruz uçaklarının, bombardıman uçaklarının, seyir füzelerinin bulunduğu 27 hava araçlı bir veri seti üzerinde uygulanmıştır. Veri setinin tehdit değerlendirme ve silah atama sonuçları ile modelden elde edilen değerlendirme sonuçları korelasyon analizi ile kıyaslanmıştır. Bu kıyaslama sonucunda yüksek bir

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

korelasyon katsayısı (r=0.99) hesaplanmıştır, bu da modelin tahminlerinin veri setiyle güçlü bir doğrusal ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Görsel 16'daki çizgi grafiğinde, veri seti değerleri (mavi çizgi) ve model sonuçları (turuncu kesikli çizgi) karşılaştırılması gösterilmiştir. X ekseninde hedef numaraları, Y ekseninde ise tehdit seviyesi değerleri bulunmaktadır. Grafikler de incelendiğinde, modelden elde edilen değerler ile veri seti değerleri gene olarak yakın bir uyum içindedir ve benzer bir eğilim sergilemektedir. Ancak bazı hava araçlarında küçük sapmaların olduğu gözlemlenmektedir. Genel olarak bu grafik, modelin veri setini doğru bir şekilde yansıttığını ve yüksek tutarlılıkta sonuçlar ürettiğini göstermektedir.



Görsel 16. Veri seti ve model sonuçlarını gösteren çizgi grafiği, ∅ 17,83 cm., 2024

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, hava araçlarına yönelik tehdit değerlendirmesi ve silah hedef atama optimizasyonu süreçlerine ilişkin kapsamlı ve uygulamalı bir yaklaşım sunulmuştur. Önerilen sistem, hava araçlarının mesafesi, hızı, irtifası, radar kesit alanı (RCS), manevra kabiliyeti, elektronik karşı tedbir (ECM) kapasitesi, maliyeti ve taşıma kapasitesi gibi teknik ve operasyonel parametreler temelinde analiz yapılmasını mümkün kılmaktadır. Çalışmada, tehdit seviyelerinin dinamik olarak hesaplanması ve uygun savunma sistemlerinin tahsis edilmesi amacıyla bulanık mantık tabanlı bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yaklaşım, askeri kurmaylara ve operatörlere esnek, hızlı ve etkin çözümler sunarak harekâtın ve savunma kaynaklarının daha verimli yönetilmesini sağlamayı hedeflemektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Elde edilen senaryo bulgularında, oluşturulan modelin aynı veya farklı türdeki tehdit unsurlarını değerlendirmede ve savunma kaynaklarının etkin olarak kullanılmasında yüksek başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Modelde, hava araçlarının oluşturulan kritik parametreleri dikkate alarak yaptığı hesaplamalarda tehdit seviyelerinin doğru ve güvenilir bir şekilde hesapladığı görülmüştür. Ayrıca, savunma silahlarının kabiliyetleri ve konuş yerleri göz önüne alınarak gerçekleştirilen silah-hedef tahsisleri, modelin gerçek dünyada icra edilen harekât senaryolarında yüksek verimlilikle kullanılabilir olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışma kapsamında tasarlanan model, hedef silah tahsisi optimizasyonu alanında birçok kritik ve önemli yenilikler sunmaktadır. İlk olarak, modelin tehdit değerlendirmesi ve silah hedef ataması süreçlerini bir arada gerçekleştiren bütüncül yapısı, geliştirilen bu tasarımın gerçek zamanlı karar alma kapasitesini artırmaktadır. İkinci olarak, dilsel değişkenler ve üyelik fonksiyonları sayesinde, belirsizliklerin yoğun olduğu askerî harekât senaryolarında karar alma mekanizmaları daha güvenilir ve tutarlı bir şekilde çalıştığı gösterilmiştir. Üçüncü olarak, geliştirilen arayüz tasarımı, kullanıcı dostu bir ortam yaratarak model kullanıcılarının tehdit değerlendirme ve silah atamalarını daha kolay, anlaşılabilir ve etkin bir şekilde gerçekleştirmelerine imkân sağlamaktadır. Son olarak geliştirilen modelle herhangi bir tehdit ve savunma silahı sayısı kısıtı olmadan istenildiği kadar kaynak kullanılarak senaryolar oluşturulabilmektedir.

Sonuç olarak, bu makale çalışması, savunma kaynaklarının şu anda var olan ve gelecekte var olacak tehdit unsurlarına karşı daha etkili ve verimli şekilde optimize edilmesi için sağlam bir zemin oluşturmuştur. Geliştirilen model, farklı harekât senaryolarında uygulanabilir olup, gelecekte bu alanda yapılacak çalışmalar için birçok geliştirme ve genişletme imkânı sunmaktadır. Örneğin, tehdit değerlendirmesi ve silah optimizasyonunun, makine öğrenimi algoritmalarıyla daha ileriye dönük bir yapıya kavuşturulması ve modelin çok çeşitli harp senaryolarına entegre edilebilmesi, gelecekteki çalışmaların odak noktası olabileceği değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, yapılması önerilen model askeri savunma domaininde stratejik planlama süreçlerini daha etkin ve verimli hale dönüştüren çığır açıcı bir yöntem olarak çözümler sunacaktır.

KAYNAKÇA

[1] Çomaklı Sökmen, Ö. & Yılmaz, M. (2021). Yöneylem Araştırması Alanında Yapılan Çalışmaların Bibliyometrik Analizi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (28), 940-946.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[2] Ahuja, R. K., Jha, K., & Orlin, J. B., Kumar, A. (2003), "Exact and heuristic methods for the weapon target assignment problem", S. 4464-03, MIT Sloan School of Management

[3] Patrick, R. H., & Michael, S. J. (1990). "Dynamic and static weapon-target assignment problems". Journal of Defense Systems.

[4] Hosein, P. A., & Athans, M. (1989). The dynamic weapon-target assignment problem. IEEE Transactions on Automatic Control, 34(3), 239-244.

[5] Heon, O. S., Byueon, G. W., Cho, Y. I., Kwon, S., & Woo, J. H. (2024). Artificial Intelligence in Combat Decision-making: Weapon Target Assignment via Reinforcement Learning and Graph Neural Networks. Authorea Preprints.

[6] NATO Standardization Agency, NATO Glossary of Terms and Definitions. AAP-06, 2013.

[7] SOYKAN, F. (2022), "Hava ve Füze Savunma Sistemleri", Aselsan Dergi, S.112, 4

[8] Manne, A. S. (1958). Programming of economic lot sizes. Management Science, 4(2), 115-135.

[9] Ahuja, R. K., Magnanti, T. L., & Orlin, J. B. (1989). Network flows: Theory, algorithms, and applications. Prentice Hall.

[10] Murphey, R. A. (2000). Target-based weapon target assignment problems. Optimization and Cooperative Control Strategies.

[11] Sillevis Smitt, W., & Bruggeman, F. (1996). Fuzzy logic applications in defense systems. Proceedings of the International Symposium on Fuzzy Systems.

[12] Liang, J. (2007). Fuzzy threat evaluation in defense applications. Journal of Defense Modeling and Analysis, 14(3), 121–130.

[13] Gelev, V., Ivanov, S., & Stoyanov, P. (2007). Dynamic fuzzy logic models in decision-making. Proceedings of the NATO Science Series, 3(24), 78–90.

[14] Johansson, R., & Falkman, P. (2008). Fuzzy logic approaches to threat assessment. International Journal of Advanced Defense Studies, 19(4), 231–245.

[15] Kabak, M. (2011). Fuzzy logic systems in threat prioritization. Turkish Journal of Operational Research, 9(1), 15–27.

[16] Yun, J., Kim, H., & Park, S. (2012). Integrated fuzzy models for dynamic threat evaluation. Defense Technology, 8(2), 129–137.

[17] Dongfeng, L., Wang, Y., & Zhao, H. (2012). Fuzzy logic in modern defense systems. Chinese Journal of Defense Engineering, 22(1), 55–67.

[18] Rizwan, H., Tayyaba, S., Ashraf, M. W., Rasheed, H., Ahmed, Z., & Ali, B. (2014). Threat evaluation of suspicious target for cognitive radar. Proceedings of the 7th IEEE International Multi Topic Conference, Karachi, Pakistan, 456–461.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[19] Lu, Y., Zhang, W., & Cheng, X. (2015). Advanced fuzzy models for decision support in defense. Defense Applications Journal, 12(4), 310–324.

[20] Azimirad, E., & Haddadnia, J. (2015). Threat classification using fuzzy logic systems. Iranian Journal of Defense and Security, 18(3), 87–102.

[21] Beser, Y., Çelik, M., & Özkan, K. (2018). Fuzzy threat evaluation for complex scenarios. Anatolian Journal of Defense Studies, 7(2), 12–25.

[22] Gao, M., Zhao, W., & Liu, J. (2020). Enhanced fuzzy models for adaptive threat assessment. International Journal of Defense Analysis, 25(1), 78–92.

[23] Coşkun, T. (2021). Fuzzy decision-making approaches in defense systems. Journal of Turkish Defense Applications, 14(2), 45–60.

[24] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. Information and Control, 8(3), 338–353.

[25] Truter, M. L. (2016). Development and demonstration of a performance evaluation framework for threat evaluation and weapon assignment systems. Master's Thesis, Stellenbosch University Industrial Engineering, South Africa, 3.

[26] Çak, S., & Çelikadam, T. (2020). Hareketli hedef takibi. Meteksan Savunma Gazetesi. Meteksan Savunma.

[27] Dhipu, T. M., Verma, R., & Rajesh, R. (2022). Identification friend or foe mode code detection using deep pulse detector network. Journal of Aerospace Computing, Information and Communication, 20(4), 1-8.

[28] Paradis, S., Benaskeur, A., Oxenham, M., and Cutler, P. (2005). Threat evaluation and weapons allocation in network-centric warfare. 7th International Conference on Information Fusion (FUSION), July 25-28, Philadelphia, USA, 8.

[29] Chen, L., and Zhang, Y. (2015). Analysis of multi aerial targets threaten degree on terminal defense system. International Conference on Computer Information Systems and Industrial Applications (CISIA), June 28-29, Bangkok, Thailand, 997-1000.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

GEOMETRIC OPTIMIZATION OF PLATE-FIN MANIFOLDS USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

Assistant Prof. Dr. Erkan Caner OZKAT
Recep Tayyip Erdogan University
E-mail: erkancaner.ozkat@erdogan.edu.tr - ORCID ID: 0000-0003-0530-5439

ABSTRACT

The optimal design of manifolds in plate-fin microdevices is critical for achieving uniform flow distribution and enhancing device performance in applications such as microreactors and heat exchangers. This study investigates a systematic approach to optimize manifold geometry using computational fluid dynamics (CFD) integrated with Response Surface Methodology (RSM). The analysis focuses on the effects of geometric parameters, such as manifold area, channel length, and inlet/outlet configurations, on flow distribution and pressure drop. CFD simulations are conducted to explore the relationship between design parameters and performance metrics, generating data for the development of RSM-based predictive models. The optimization process aims to minimize pressure drop while ensuring flow uniformity across branched channels. Results show that the optimized manifold geometry achieves improved flow distribution, reducing maldistribution effects and enhancing device efficiency. The proposed methodology demonstrates the potential for automating the design of plate-fin microdevices, reducing the reliance on trial-and-error approaches. The findings provide a robust framework for the optimization of microfluidic devices, enabling their application in advanced chemical and energy processes.

Keywords: Machine learning, Response surface methodology, Computational fluid dynamics, Design optimization, Plate-fin manifolds

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. Introduction

Plate-fin microdevices are integral components in various applications, including heat exchangers, microreactors, and compact energy systems, due to their high surface-area-to-volume ratio and excellent thermal performance (Betchen & Straatman 2012; Jirandeh et al. 2021). The operational efficiency of these devices is significantly influenced by the design of their manifold, which is responsible for evenly distributing fluid across the microchannels and maximizing heat transfer efficiency. An optimized manifold ensures uniform flow distribution, minimizes pressure drop, and enhances overall performance, making it a critical aspect of microdevice design (Bhandari et al. 2024; Tonomura et al. 2004).

Early contributions to this field include the work of Peng et al. (2010), who optimized structural dimensions of microdevices by minimizing total weight and annual cost. Lindstedt et al. (2015) focused on optimizing the shape of straight fins and finned heat sinks, exploring rectangular, triangular, and trapezoidal geometries while minimizing heat sink mass through geometrical variables and component placement. Turgut (2018) applied an improved differential search algorithm to the multi-objective optimization of plate-fin heat sinks, concluding that the right-triangle manifold configuration outperformed others. More recent advancements have incorporated artificial intelligence and computational techniques for performance optimization. For instance, Peng & Ling (2009) demonstrated the superior predictive capabilities of artificial neural networks compared to classical correlations for heat transfer rate predictions in plate heat exchangers. In a similar context, Sadeghzadeh et al. (2015) utilized genetic algorithms and particle swarm optimization techniques to improve shell-and-tube heat exchangers, with optimization goals focused on overall heat transfer efficiency and yearly costs. Additionally, Rao and Patel (2010) carried out a comprehensive study on the application of particle swarm optimization for the thermodynamic improvement of cross-flow plate-fin heat exchangers. These studies highlight the growing trend of employing advanced optimization algorithms to not only enhance thermal performance but also reduce operational costs, ultimately leading to more sustainable engineering practices in heat exchanger design.

While these studies highlight significant advancements, the optimization of manifolds for plate-fin microdevices remains underexplored. Existing methods often lack a systematic approach to integrate computational simulations and optimization frameworks, which limits their applicability to complex geometries and multi-objective performance goals. Addressing this research gap, this study proposes a robust, systematic framework for the geometric optimization of plate-fin manifolds using a combination of Computational Fluid Dynamics (CFD) and Response Surface Methodology (RSM). RSM, a statistical and mathematical modelling tool, allows for the efficient exploration of complex design spaces and identification of key parameters influencing performance outcomes. By integrating CFD simulations with RSM, the proposed approach provides a comprehensive and accurate methodology for manifold optimization.

The key research gap addressed in this study is the lack of a systematic and robust methodology for the geometric optimization of plate-fin manifolds, particularly under multi-objective

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

constraints such as uniform flow distribution and the requirement of minimum area. This paper is organized as follows: Section 2 outlines the proposed methodology, detailing the integration of CFD and RSM, the design of experiments, and the formulation of optimization problem. Section 3 presents the optimization results and discusses their implications for microdevice performance. Finally, Section 4 summarizes the findings and suggests future research directions.

2. Methodology

The optimization of plate-fin manifold geometries is critical for enhancing the performance of microdevices, particularly in applications requiring efficient fluid flow and thermal management. Traditional trial-and-error methods for design optimization are time-consuming and computationally expensive, necessitating a systematic and efficient approach. This study adopts a combined framework of RSM and CFD to identify and optimize key geometric parameters influencing manifold performance.

The methodology begins with identifying critical design variables that govern flow distribution in plate-fin systems. Then, a structured Design of Experiments (DoE) approach, specifically the Central Composite Design (CCD), was utilized to efficiently explore the design space while minimizing computational effort. In Step 3, CFD simulations were performed at each design point to obtain reliable performance metrics, which served as the response values for model fitting. Afterwards, second-order polynomial regression model was developed to approximate the relationship between design variables and mass flow rate at each microchannel. Finally, the optimization problem was formulated with a defined objective function and practical constraints to achieve an optimal manifold design that meets performance requirements. The flowchart of the proposed methodology is illustrated in Fig 1.

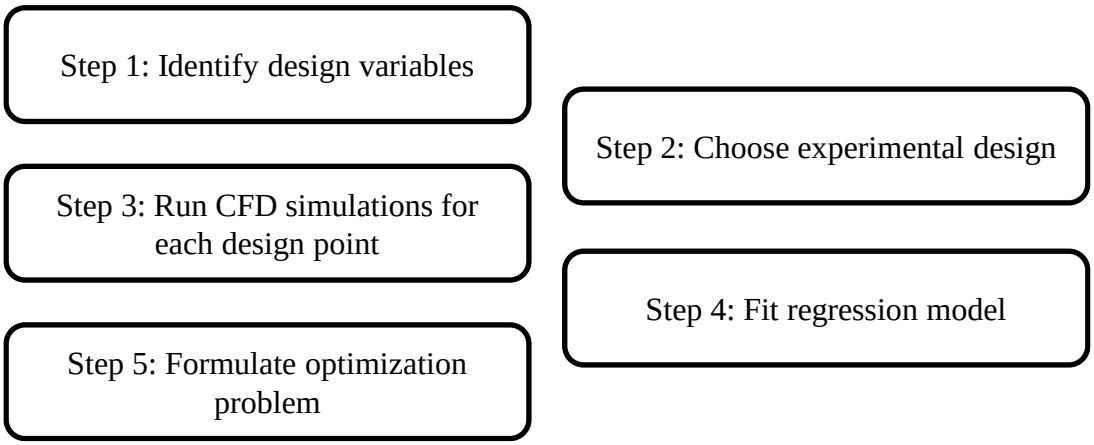


Figure 1. The Flowchart of the Proposed Methodology.

2.1. Identification of Design Variables

The performance of plate-fin manifolds is primarily governed by geometric parameters that influence fluid flow distribution and pressure drop across the system. In this study, four critical design variables were identified based on their significant roles in fluid flow dynamics and

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

overall system efficiency. These parameters are defined as follows: (i) channel length (X_1), (ii) inlet throat width (X_2), (iii) outlet throat width (X_3) and (iv) inlet manifold height (X_4). The listed design variables of the plate-fin microdevices are depicted in Fig. 2.

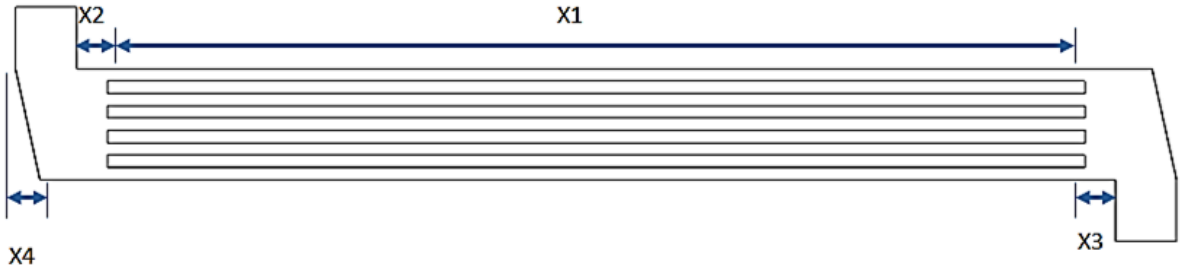


Figure 2. The Listed Design Variables of the Plate-Fin Microdevice.

The channel length directly determines the flow path and influences the overall pressure drop within the manifold. A longer channel increases fluid residence time, leading to higher pressure losses but potentially more uniform distribution across channels. On the other hand, the inlet throat width controls the flow entry into the manifold. An appropriately sized inlet throat ensures a smooth transition of flow, minimizing turbulence and preventing non-uniform distribution that can lead to inefficient system performance. Similarly, the outlet throat width affects the exit conditions of the flow. A well-optimized outlet throat ensures minimal pressure recovery losses while maintaining consistent flow distribution across the channels. Finally, the inlet manifold height is a critical parameter that governs the overall flow expansion and contraction as the fluid enters the manifold. Proper design of the inlet manifold reduces flow separation and minimizes energy losses associated with flow recirculation.

2.2. Design of Experiments

The DoE is a systematic approach used to investigate the effects of multiple design variables on system performance. It enables efficient exploration of the design space while reducing the number of experimental runs required. In this study, a CCD was employed to investigate the effects of the listed design variables on the flow distribution in plate-fin manifolds. CCD was chosen due to its capability to efficiently model non-linear relationships through second-order regression, making it ideal for capturing variable interactions while minimizing experimental effort.

The CCD framework integrates factorial points, axial points, and centre points to provide a robust sampling of the design space. A total of 32 experimental runs were conducted, including repetitions at the centre points to ensure model accuracy and assess experimental error. This design enables the development of a reliable RSM, which will serve as the foundation for optimization. The DoE table is given in Table 1.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Table 1. Experimental Design Matrix for Central Composite Design (CCD) with Design Variables.

ID	X_1 (mm)	X_2 (mm)	X_3 (mm)	X_4 (mm)	ID	X_1 (mm)	X_2 (mm)	X_3 (mm)	X_4 (mm)
1	14	0	0.5	0	17	2	0.5	0.5	0
2	2	0	0.5	0.4	18	14	0	0.5	0.4
3	2	0.5	0	0.4	19	8	0.25	0.25	0.2
4	2	0	0	0	20	2	0	0.5	0
5	14	0.5	0.5	0	21	2	0	0	0.4
6	2	0.5	0.5	0.4	22	8	0	0.25	0.2
7	8	0.25	0.25	0.2	23	14	0	0	0.4
8	8	0.25	0.25	0.2	24	14	0.5	0	0.4
9	8	0.25	0.25	0.2	25	8	0.25	0.25	0.2
10	2	0.5	0	0	26	8	0.25	0.25	0.2
11	8	0.5	0.25	0.2	27	8	0.25	0.25	0.2
12	8	0.25	0.5	0.2	28	8	0.25	0.25	0.2
13	14	0.25	0.25	0.2	29	8	0.25	0.25	0.2
14	8	0.25	0	0.2	30	14	0	0	0
15	14	0.5	0	0	31	2	0.25	0.25	0.2
16	8	0.25	0.25	0.4	32	14	0.5	0.5	0.4

2.3. CFD Numeric Simulation

A 2D finite domain was used in CFD simulations in order to allow a quicker solution of the model with a more refined mesh. The fluid flow was assumed to be incompressible and turbulent, and the standard k-ϵ turbulence model was applied to resolve turbulent effects. The governing equations included the continuity equation and the momentum equations, coupled with turbulence transport equations for the turbulent kinetic energy (k) and its dissipation rate (ϵ). A velocity inlet boundary condition was imposed at the inlet with a uniform inflow velocity of 1 m/s, and a pressure outlet condition with zero viscous stress was applied at the outlet, where the static pressure was set to 1 atm. No-slip boundary conditions were assigned to all solid walls, including the microchannel surfaces and the plenum walls, to account for viscous effects.

The computational domain was discretized using a finer mesh which includes 45545 triangular and 12421 quadrilateral elements with finer grid resolution near the walls to resolve boundary layers and regions with high velocity gradients accurately. An example of the mesh structure of the numerical setup as well as the inlet, outlet boundaries and microchannels are illustrated in the Fig. 3. The simulations were performed using a steady-state, pressure-based solver. The SIMPLE (Semi-Implicit Method for Pressure Linked Equations) algorithm was employed for pressure-velocity coupling, while the momentum and turbulence quantities were discretized using second-order and first-order upwind schemes, respectively. Convergence was monitored closely, and the residuals for continuity, momentum, and turbulence parameters were set to fall below 1×10^{-4} to ensure solution accuracy.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

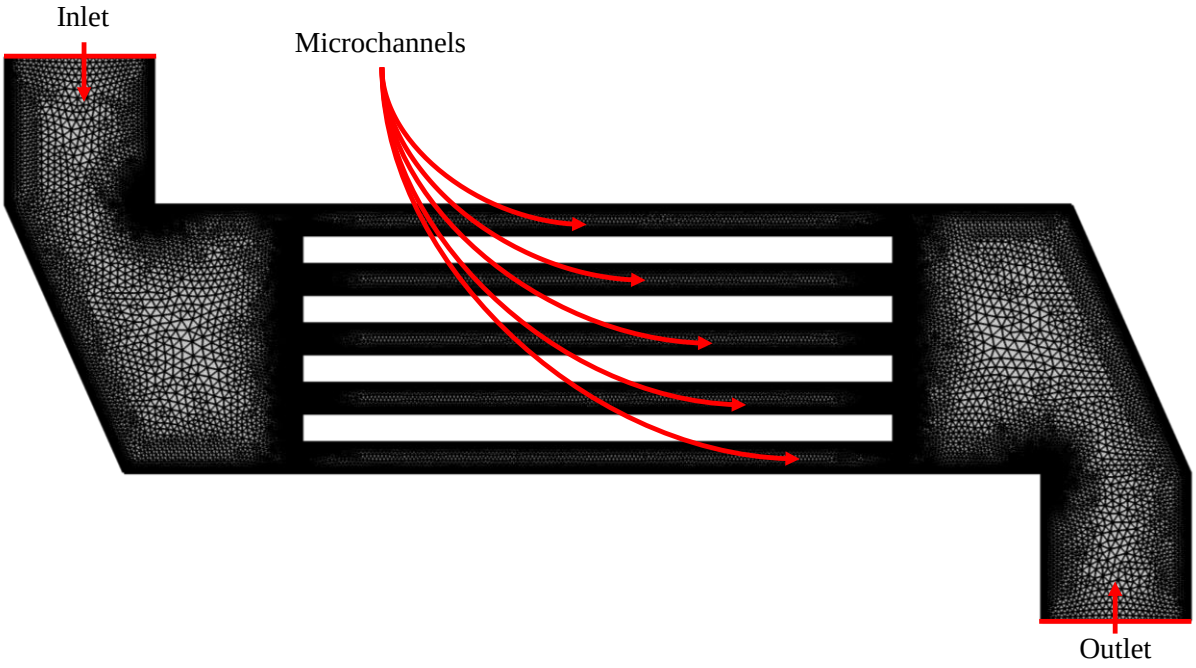


Figure 3. An Example of the Mesh Structure (Design Variables: X_1: 2, X_2: 0.5, X_3: 0.5, X_4: 0.4).

2.4. Developing Regression Model

The first objective of this work is to compute a regression model capable of formulate relationships between the listed design variables and the mass flow in each microchannel. The regression model was constructed using data generated from the CFD simulations, where each design point corresponds to a unique combination of the design variables. The regression model, which can be called as second-order polynomial regression, for given microchannel can be illustrated by Eq. (1), where $\dot{m}_k$ is the mass flow in k^{th} microchannel, X_i and X_j are the design variables, b_i, b_{ij}, and b_{ii} are the coefficients, and b_0 is the bias term, and k represents the index of the microchannel.

$$\dot{m}_k = f_k(X_1, X_2, X_3, X_4) = b_0 + \Sigma_{i=1}^{4} b_i X_i + \Sigma_{i=1}^{4}\Sigma_{j=1}^{4} b_{ij} X_i X_j + \Sigma_{i=1}^{4} b_{ii} X_i^2 \quad (1)$$

2.5. Formulation of Optimization Problem

The last objective of this work is to minimize the manifold area while ensuring uniform flow distribution across the microchannels. The flow uniformity is quantified by the relative deviation of the mass flow rate in each microchannel. Mathematically, the objective can be expressed as:

$$\begin{aligned} &minimize \quad Manifold\ Area = 1.4 + 0.5X_1 + 0.9X_2 + 0.9X_3 - 0.9X_4 \\ &subject\ to \quad \Sigma_{k=1}^{5} \frac{|\dot{m}_k - \dot{m}_{avg}|}{\dot{m}_{avg}} \leq 0.05 \end{aligned} \quad (2)$$

where $\dot{m}_k$ represents the mass flow rate in the k^{th} microchannel, and $\dot{m}_{avg}$ is the average mass flow rate across all microchannels. The summation accounts for the absolute deviations in flow

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

rates normalized by the average flow rate, ensuring a dimensionless representation of flow non-uniformity. The objective function, therefore, aims to minimize the total area of the manifold while simultaneously satisfying the constraint on flow uniformity across all five microchannels. This optimization ensures an efficient design that reduces material usage while maintaining balanced flow distribution. Each of design variables plays a unique role in the performance of the manifold, and their interactions are critical to understanding the overall behaviour of the manifold. The previously mentioned design variables (X_1, X_2, X_3, X_4) are considered input parameters in the optimization procedure, and the genetic algorithm was utilized to tackle the defined optimization problem. The values for population size, crossover probability, and mutation rate were established at 500, 0.60, and 0.12, respectively.

3. Results and Discussions

3.1. Influence of Design Variables

The influence of the design variables on flow uniformity and distribution within the plate-fin manifold was systematically analysed through CFD simulations. The effects of each design variable are illustrated in Figures 4–7. One of the most critical elements influencing this system is the channel length (X_1), which serves as a fundamental factor that not only dictates the pattern of the flow but also plays a significant role in affecting both the pressure drop experienced and the uniformity of the flow itself throughout the manifold. As demonstrated in Figure 4, the increasing the length of the channel results in the creation of a longer flow path, which, in turn, leads to an increase in the amount of time that the fluid resides within the channel, thereby enhancing the interactions taking place. While this phenomenon contributes to greater pressure losses that arise due to an increase in the frictional resistance encountered by the fluid, it simultaneously facilitates the development of a more even and uniform flow pattern along the entire length of the channel. This particular effect can significantly enhance the distribution of flow across the various microchannels present, ultimately serving to diminish the level of non-uniformity that may otherwise be present. However, it is essential to carefully consider the delicate balance between the benefits of improved flow uniformity and the associated increase in pressure drop when attractive in the optimization process of determining the appropriate channel length for the manifold.

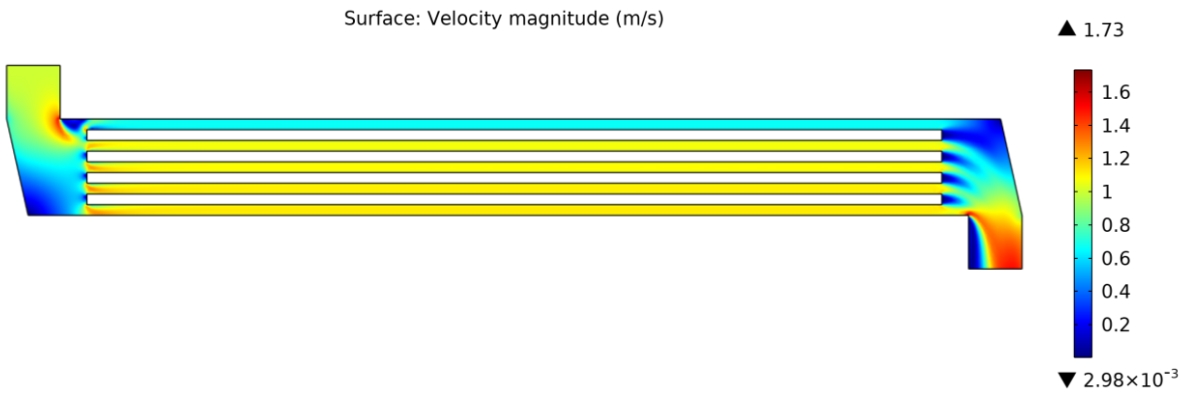


Figure 4. An Example of Flow Distribution (Design Variables: X_1: 8, X_2: 0.25, X_3: 0.25, X_4: 0.2).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

The width of the inlet throat (X_2) is a pivotal factor in regulating the fluid enters the manifold system. An optimally designed inlet throat is essential for ensuring a seamless transition of flow into the microchannels, which is crucial for minimizing turbulence and mitigating localized velocity gradients. These gradients can lead to flow maldistribution, adversely affecting the overall performance of the system. As illustrated in Figure 5, an increase in the inlet throat width significantly contributes to enhanced flow uniformity, allowing the fluid to disperse more evenly throughout the manifold. However, it is important to note that excessively large throat dimensions can lead to detrimental effects, such as increased flow recirculation and a decrease in flow velocity. Thus, meticulous consideration when selecting the inlet throat width is vital to strike a balance between achieving uniform distribution and maintaining efficient flow entry.

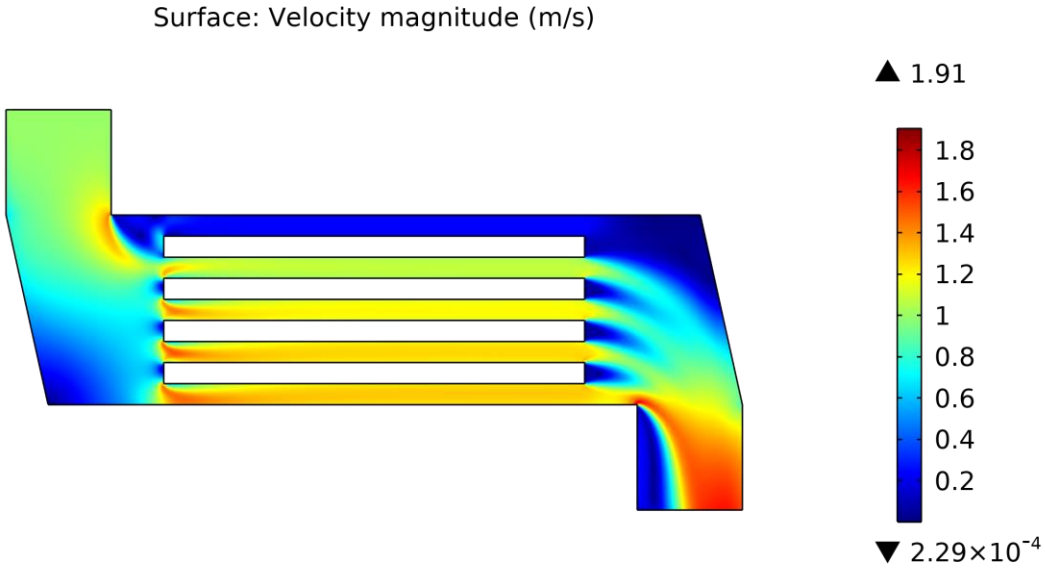


Figure 5. An Example of Flow Distribution (Design Variables: X_1: 2, X_2: 0.25, X_3: 0.25, X_4: 0.2).

In a similar, the width of the outlet throat (X_3) plays a crucial role in determining the conditions under which fluid exits the manifold, thereby influencing the flow recovery characteristics. As depicted in Figure 6, a wider outlet throat can significantly reduce pressure recovery losses by facilitating smoother and more streamlined flow exits. This design choice results in a more consistent mass flow rate across the microchannels, as the larger outlet throat effectively decreases resistance and alleviates abrupt flow separation. Consequently, optimizing the outlet throat width becomes essential for achieving a reliable and consistent flow distribution while simultaneously minimizing pressure drop penalties at the exit. This careful optimization process is vital for enhancing the overall efficiency and effectiveness of the fluid flow system.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

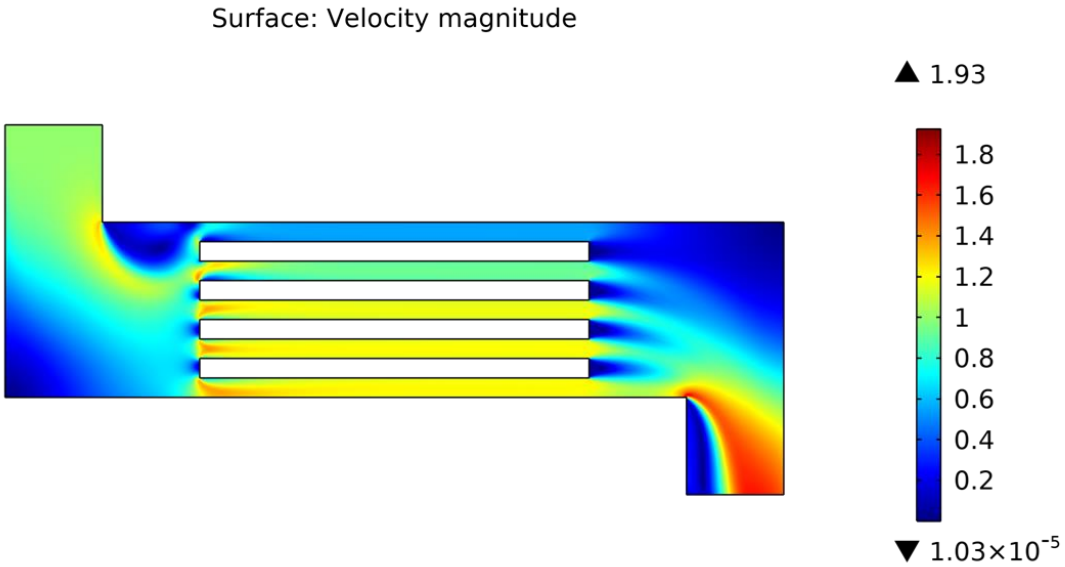


Figure 6. An Example of Flow Distribution (Design Variables: X_1: 2, X_2: 0.5, X_3: 0.5, X_4: 0).

The inlet manifold height (X_4) is another important parameter that determines the overall flow expansion and contraction behaviour as the fluid enters the manifold. A shorter inlet manifold can reduce the distance over which flow imbalances develop, leading to more uniform flow distribution. However, improper design can cause flow separation, recirculation zones, and energy losses that hinder system performance. As illustrated in Figure 7, the inlet manifold height exhibited an inverse relationship with flow uniformity, where a shorter inlet manifold reduces non-uniformity by limiting the development of flow imbalances prior to entering the microchannels

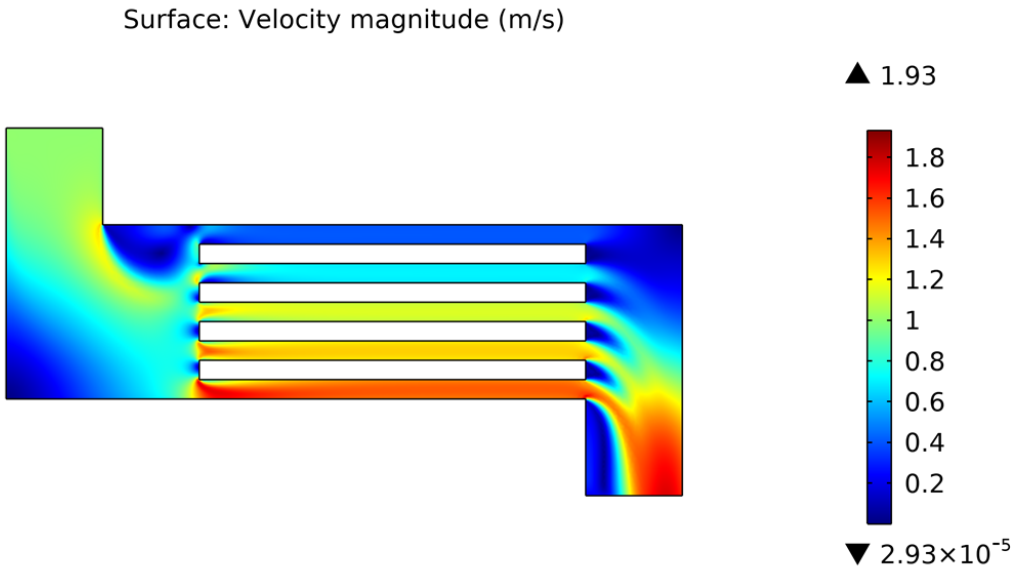


Figure 7. An Example of Flow Distribution (Design Variables: X_1: 2, X_2: 0.5, X_3: 0, X_4: 0).

These findings emphasize the individual contributions of the geometric parameters in achieving flow uniformity and highlight the need for a comprehensive optimization process to balance flow distribution and manifold performance.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3.2. Optimization Result

The results of the optimization process demonstrate significant improvements in manifold performance, both in terms of flow distribution and material efficiency. The optimized design achieved a 26.31% reduction in the manifold area relative to the maximum area, contributing to more efficient material usage. Additionally, a 52.13% improvement in flow distribution was observed when compared to the worst-case scenario, ensuring a more uniform mass flow rate across all microchannels. The optimal values for the design variables are given in Table 2. These results demonstrate the effectiveness of the optimization approach in improving manifold performance while maintaining compact geometry. The combination of CFD analysis and optimization highlights the critical role of precise geometric parameter selection in achieving both flow uniformity and area minimization in the plate-fin manifold design. The flow distribution of the optimum plate-fin manifold is depicted in Fig. 8.

Table 2. The Optimum Design Variables.

ID	X_1 (mm)	X_2 (mm)	X_3 (mm)	X_4 (mm)
Optimum	11	0.13	0.13	0.3

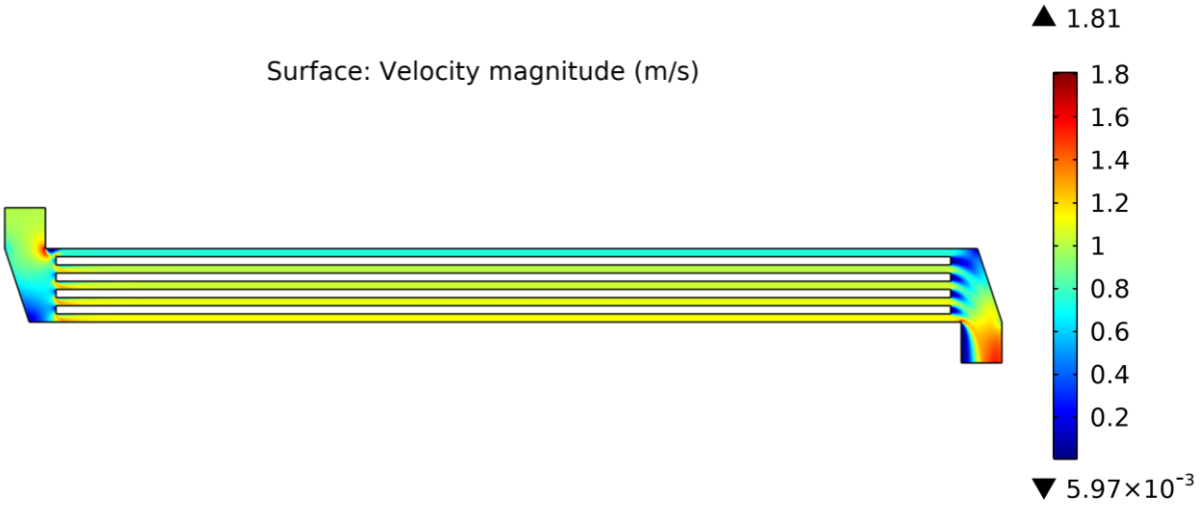


Figure 8. The Flow Distribution of the Optimum Plate-Fin Manifold.

4. Conclusions

This study proposed a systematic approach to optimize the geometric parameters of plate-fin manifolds, focusing on enhancing flow distribution and minimizing pressure drop. The critical design variables namely channel length, inlet throat width, outlet throat width, and inlet manifold height were identified and optimized using the combination of CFD and RMS. These variables demonstrated a significant impact on fluid dynamics within the manifold, particularly in achieving uniform flow distribution and reducing flow maldistribution, which are essential for improving the thermal and hydraulic performance of plate-fin microdevices.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

The findings highlight the balance between flow uniformity and pressure drop. For instance, increasing the channel length (X_1) enhanced flow uniformity by promoting fluid interactions and reducing maldistribution, but at the cost of increased pressure drop. Similarly, optimizing the inlet throat (X_2) and outlet throat (X_3) widths ensured smooth flow transitions and reduced pressure recovery losses, contributing to consistent mass flow rates across microchannels. The inlet manifold height (X_4) further influenced flow expansion and contraction, demonstrating the importance of careful design to minimize energy losses and flow separation.

The optimization process yielded substantial improvements in manifold performance. The optimized geometry achieved a 26.31% reduction in manifold area, demonstrating efficient material usage, and a remarkable 52.13% improvement in flow uniformity compared to the worst-case scenario. These results validate the effectiveness of the proposed framework in addressing the challenges of flow distribution and pressure drop in plate-fin manifold design.

Future research can build on this work by exploring multi-objective optimization techniques that incorporate additional performance metrics, such as thermal performance and manufacturability. Furthermore, experimental validation of the optimized designs will be crucial for ensuring their applicability in real-world systems. In conclusion, the integration of CFD and RSM offers a powerful tool for optimizing the design of plate-fin manifolds. The significant improvements in flow uniformity and manifold efficiency underscore the potential of this approach to revolutionize the design of compact, high-performance heat transfer devices used in various engineering applications.

References

Betchen, L. J., & Straatman, A. G. (2013). A computational method for geometric optimization of enhanced heat transfer devices based upon entropy generation minimization. International Journal for Numerical Methods in Fluids, 71(3), 370-402.

Bhandari, P., Rawat, K. S., Prajapati, Y. K., Padalia, D., Ranakoti, L., & Singh, T. (2024). A review on design alteration in microchannel heat sink for augmented thermohydraulic performance. Ain Shams Engineering Journal, 15(2), 102417.

Jirandeh, R. R., Ghazi, M., Sotoodeh, A. F., & Nikian, M. (2021). Plate-fin heat exchanger network modeling, design and optimization–a novel and comprehensive algorithm. Journal of Engineering, Design and Technology, 19(5), 1017-1043.

Lindstedt, M., Lampio, K., & Karvinen, R. (2015). Optimal shapes of straight fins and finned heat sinks. Journal of Heat Transfer, 137(6), 061006.

Peng, H., & Ling, X. (2009). Neural networks analysis of thermal characteristics on plate-fin heat exchangers with limited experimental data. Applied Thermal Engineering, 29(11-12), 2251-2256.

Peng, H., Ling, X., & Wu, E. (2010). An improved particle swarm algorithm for optimal design of plate-fin heat exchangers. Industrial & Engineering Chemistry Research, 49(13), 6144-6149.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Rao, R. V., & Patel, V. K. (2010). Thermodynamic optimization of cross flow plate-fin heat exchanger using a particle swarm optimization algorithm. International Journal of Thermal Sciences, 49(9), 1712-1721.

Sadeghzadeh, H., Ehyaei, M. A., & Rosen, M. A. (2015). Techno-economic optimization of a shell and tube heat exchanger by genetic and particle swarm algorithms. Energy Conversion and Management, 93, 84-91.

Tonomura, O., Tanaka, S., Noda, M., Kano, M., Hasebe, S., & Hashimoto, I. (2004). CFD-based optimal design of manifold in plate-fin microdevices. Chemical Engineering Journal, 101(1-3), 397-402.

Turgut, O. E. (2018). Multi objective design optimization of plate fin heat sinks using improved differential search algorithm. International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering, 1(6), 1-13. https://doi.org/10.18201/ijisae.2018637924.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ENHANCING EXPLAINABILITY IN MACHİNE LEARNING MODELS: ADDRESSING THE RASHOMON EFFECT WITH SHAP AND LORE

HÜSEYİN DURMAZ
Eskişehir Technical University,
huseyindurmaz@ogr.eskisehir.edu.tr - 0009-0009-1871-7273

MERTHAN DOĞAN
Eskişehir Technical University,
merthandogan@ogr.eskisehir.edu.tr - 0009-0002-3866-3558

DR. İSMAİL YENİLMEZ
Eskişehir Technical University,
ismailyenilmez@eskisehir.edu.tr - 0000-0002-3357-3898

ABSTRACT

Machine learning models are extensively applied for complex decision making, but due to their black-box nature, they are difficult for the user to understand. This study explores methods to enhance the explainability of ML models, making them more reliable and comprehensible. One main concern is to explore the impact of explanation technique on the uncertainty of situations where the Rashomon effect is in play. This effect occurs when several models produce similar accuracy on the same data, resulting in a function ambiguity in the decision process. The study compares the effect of SHAP and LORE explanation techniques on CART and M5P. Simulation uses experimental procedures to evaluate the efficacy of these methods in elucidating model mechanisms of decision and in decreasing model uncertainty under the Rashomon effect. SHAP analysis reveals that CART has a strong dependence on two features. On the contrary, M5P gives weight to the other feature and has a decent negative contribution to the different feature, which hints at a wider range of feature importance. The LORE metrics also show that there is a higher deviance value for CART indicating more complex structure explanation, while the deviance of M5P is low, indicating a more integrated and stable structure. Due to the Rashomon effect, although the number of variables used in M5P may be different from that of SHAP and the disparity in numbers of deviating parameters may vary according to LORE. These results offer clues on context dependent model behavior for the selection of methods and increased transparency.

Keywords : Explainability, Rashomon effect, SHAP, LORE, Model transparency.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. INTRODUCTION

Machine learning (ML) models are becoming more and more used in decision processes with increasingly complex applications in both traditional and modern domains such as healthcare, finance, engineering and social sciences. Nevertheless, their black-box, nature introduces a major difficulty, because it prevents users to know how these models process inputs and design outputs [1]. Even with good predictive performance, as demonstrated by models like CART and M5P, it has been often criticized that the models are opaque making it difficult to understand the rationale behind the predictions.

According to the current literature, transparency and explainability of machine learning models are recognized as a factor of great importance to guarantee their scientific validity, reproducibility and reliability. Specifically, the lack of an understanding of how models make decisions presents a serious threat in such potentially sensitive and high-stakes applications as health care, finance, and law, areas where decisions of models are subject to high ethical and legal pressures. Additional, the opaqueness of machine learning models poses serious issues of accountability and fairness in decision making mechanisms.

A major challenge to interpret model performance is the Rashomon effect. This effect arises when multiple models, despite achieving comparable predictive accuracy, yield divergent results when applied to the same dataset, creating uncertainty about which model is most reliable. Such vagueness can lead to lack of trust in these models, particularly in high-stakes decision scenarios. Although the Rashomon effect has been observed in many machine learning applications, its impact on model explainability, especially with models such as CART and M5P, is still inadequately investigated [2]. Furthermore, causes of the Rashomon effect have not been well explained, either related to the design of the model or to properties of the dataset.

The central goal of this study is to release the uncertainty stemming from the Rashomon effect in ML models with a primary aim of improving explainability. This work in\ s study in what manner explanation methods, SHAP (Shapley Additive Explanations) and LORE (Local Rule-based Explanations) can help elucidate the decision making steps of black box models and resolve uncertainty created by the Rashomon effect. These type of explanation techniques are especially useful for gaining understanding of how the input features affect model predictions, and hence improving model explainability.

This research evaluates the impact of SHAP and LORE on the performance and reliability of CART and M5P models. In particular, it explores the impacts of these explanation methods on model interpretability, accuracy, and performance metrics, in relation to the Rashomon effect. Although previous studies have analyzed SHAP and LORE individually, a notable gap exists in their comparative evaluation, particularly in terms of their effectiveness in addressing the Rashomon effect. In this paper, the motivation for filling this gap lies in the effort to establish a thorough evaluation of how these

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

explanation techniques can result in higher transparency and reliability of machine learning models, which ultimately can serve better to inform and inform human decision making.

2. METHODS

Decision tree algorithm, also known as CART (Classification and Regression Trees), is one of the most widely used algorithms for data mining and machine learning for the classification and regression tasks. The algorithm constructs a hierarchical tree, by recursively splitting the dataset at each node, in an attempt to cluster the data into more homogeneous clusters. Splits create a sequence of decision rules, which are subsequently employed to estimate the target variable. In comparison to some other tree-based algorithms, e.g., C4.5, C5.0, CHAID, CART has been better at relatively generating consistent outputs in different applications [3].

M5P is also a decision tree based algorithm, mainly for regression applications. It integrates decision trees with linear regression functions to improve the predictive accuracy. In contrast to ordinary decision trees, where leaf nodes are set with fixed values, M5P applies linear regression equation to the leaf nodes, and the latter is capable of representing more intricate relationships between input features and target variables. The tree structure first partitions the data into clusters, and then a linear regression model is then fitted to each cluster. This approach provides a balance between interpretability through the tree structure—and flexibility in capturing nonlinear patterns in the data. This study investigates the explainability of both CART and M5P, with a specific focus on analyzing the Rashomon effect from the perspective of model interpretability [4].

SHAP (Shapley Additive Explanations): SHAP calculates the Shapley value for a feature *i* based on a trained model *f* and an input vector *x*.

The model's predictions are compared under two scenarios: one with the target feature *i* included and one with it excluded [5]. The marginal contribution of the feature is computed as:

$$f_x(z') - f_x\left(\frac{z'}{i}\right)$$

where $f_x(z')$ is the prediction when feature *i* is included, and $f_x\left(\frac{z'}{i}\right)$ is the prediction without feature *i*.

For each subset, the contribution is weighted based on its size, calculated as:

$$\frac{|z'|!\,(M - |z'| - 1)!}{M!}$$

Combining these, the Shapley value for feature *i* is computed as:

$$\phi_i(f, x) = \sum_{z' \subset X'} \frac{|z'|!\,(M - |z'| - 1)!}{M!}\left[f_x(z') - f_x\left(\frac{z'}{i}\right)\right]$$

To prevent the occurrence of the dimensionality error of input, instead of dropping features, SHAP tries to reduce the effects of features by replacing them with random values. Kernel SHAP approximates the Shapley values more closely by linear regression, and thereby

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

compresses the computational complexity significantly by performing the sampling of subsets [6].

LORE (Local Rule-Based Explanations): LORE employs a process $\zeta(b, x)$to generate an interpretable predictor c based on a black-box model b and an instance x. An explanation $e \in E$ is defined as valid if it satisfies $e \in \varepsilon(c, x)$, where $\varepsilon(c, x)$ represents a logical explanation function that produces explanations for the model c and the input x [7].

An open question in explainability is defining the space E of comprehensible explanations. In this context, an explanation e is conceptualized as a pair comprising:

$$e = \langle r = p \rightarrow y, \Phi \rangle$$

1. $r = p \rightarrow y$: A decision rule explaining the reason for the model's decision $y = c(x)$.
2. Φ: Counterfactual rules indicating the minimal changes in feature values of x required to alter the model's decision [7].

These frameworks SHAP and LORE are central to this study's effort to explore and enhance the explainability of CART and M5P models, particularly under the Rashomon effect.

3. RESULTS

In the Table 1, the results show that the CART model has stronger predictive accuracy than the M5P model, evidenced by its significantly lower Mean Squared Error (MSE) value (1.779) compared to the M5P model (5.939). This indicates that the CART model produces predictions that are closer to the ground actual values, so it can be seen as a better candidate to be used with this dataset. Nevertheless, further testing including issues of interpretability as well as risk of overfitting are needed in order to assure robustness and generalizability of these results.

Table 1. Comparison results according to MSE

CART Model (MSE)	M5P Model (MSE)
1.779411	5.939748

Global SHAP values produce the mean contribution of each feature to the predictive power of a machine learning model over the whole dataset, or over a portion of the dataset. Aggregating local SHAP values, global SHAP values can provide a global measure of the feature importance, which can indicate which features most contribute to the model's output. This gives an integrated view of model behavior at macroscopic scale, therefore useful information in understanding the drivers of model predictions [12].

The SHAP analysis reveals that, for the CART model, the MSE for feature X1 is 5.6, while for feature X2, it is 2.4, as shown in Figure 1. This indicates that the impact of X1 on the model's predictions is associated with a higher error, suggesting that this feature may contribute more significantly to prediction inaccuracies. In contrast, X2 demonstrates a relatively lower MSE,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

implying that it has a more reliable influence on the model's predictions, as illustrated in Figure 2. These findings underscore the importance of carefully considering feature contributions to model performance and may inform future feature engineering efforts.

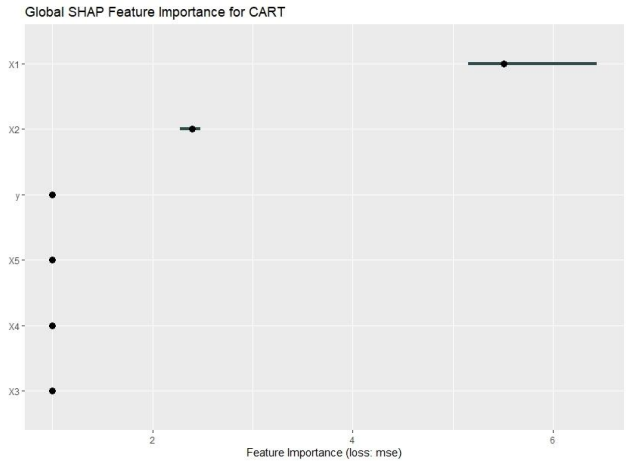


Figure 1. Global SHAP for CART

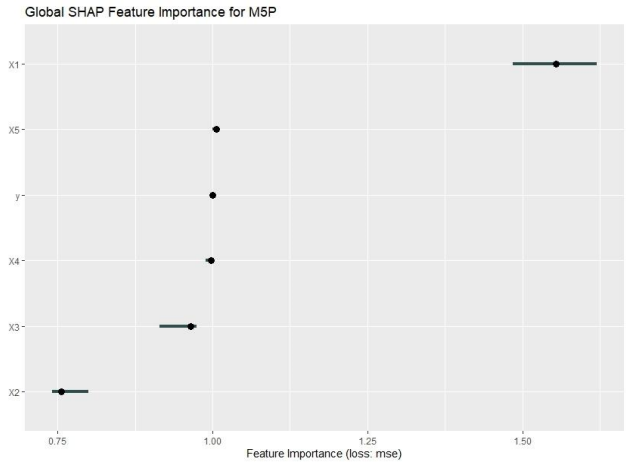


Figure 2. Global SHAP for M5P

SHAP interaction values represent the interaction effects amongst features in a machine learning model, the amount each characteristic jointly contributes to a prediction above their individual contribution. These values combine to SHAP explanations in the sense that they model feature pair interactions to provide more fine insights on feature effect on the model's output in combination than in isolation [10].

In Figure 3, the values of SHAP interaction reveal a richer insight on the manner in which feature interactions contribute to the model estimations. In the case of the CART model, the interaction values for the X1 and the X2 variables are, respectively, 0.24 and 0.26 (i.e., these variables manifest similar levels of interaction in their implication for the model's predictions). The moderate values of the interaction terms indicate that the changing involved relationships

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

between those variables and the remaining model variables interact with each other in way that does not bias the model's predictions too high.

In Figure 4, the SHAP interaction values for the M5P model reveal a different pattern. Feature X1 has the highest interaction value at 0.36, followed by X2 at 0.18, X5 at 0.11, X3 at 0.08, and X4 at 0.06. This suggests that X1 plays a dominant role in the interactions within the M5P model, while the other features contribute to interactions to varying degrees, with X4 having the least influence. These findings show that the M5P model is more sensitive to feature interactions, that some features influencing the model's predictions more strongly than other features.

The discrepancy of interaction values illustrates the opposite use of feature interactions in the CART and M5P models for prediction. Recognition of these interactions can help provide direction for model selection and for feature engineering so that the most powerful features can be used most effectively in prediction.

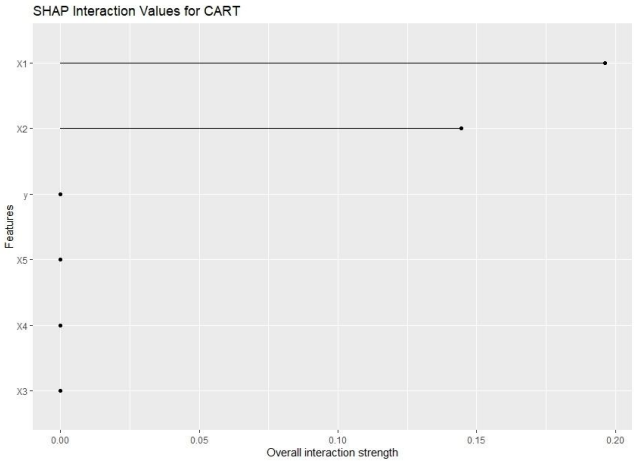


Figure 3. SHAP interaction values for CART

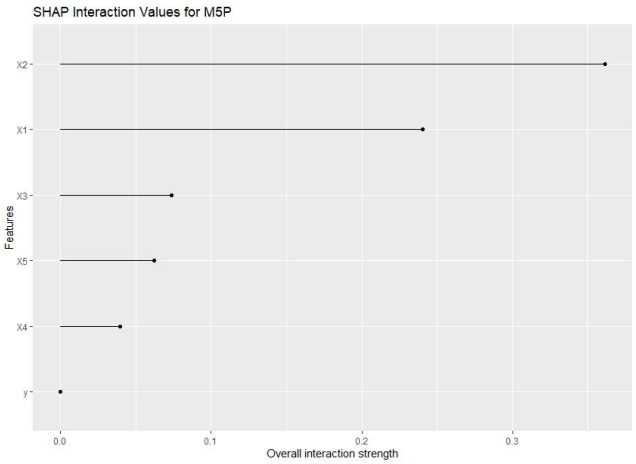


Figure 4. SHAP interaction values for M5P

In Table 2, the CART model has a Root value of 10, indicating its tree depth, and a Deviance of 59.59018, reflecting the model's fit to the data. The Mean value of 0.0513335 represents the

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

average prediction. These values suggest that the CART model demonstrates a relatively high deviance, which points to areas for potential improvement in its prediction accuracy.

Table 2. Explanation of LORE for CART and M5P

Model	**Root**	**Deviance**	**Mean Value**
CART	10	59.59018	0.0513335
M5P	10	18.94702	0.03901991

For the M5P model, the Root value is also 10, indicating the same tree depth, but the Deviance is 18.94702, which is notably lower than that of the CART model. This suggests that the M5P model provides a better fit to the data with a smaller discrepancy between predicted and actual values, which can be indicative of better accuracy. The Mean value of 0.03901991 for M5P is slightly lower than that of CART, reflecting a slightly more stable prediction performance.

Overall, the M5P model has a fitting tendency to be lower deviance with better fitting properties than that of CART, indicating superior prediction accuracy compared to that of the CART model. Nevertheless, additional analysis on other measures and model behaviors is still required in order to get a complete analysis [11].

Table 3. CART Model Performance with Varying Complexity Parameters (cp)

Model	Complexity Parameter (cp)	MSE
Model 1	0.1	1.779411
Model 2	0.05	1.779411
Model 3	0.01	2.465556

In Table 3, Model 3 of the CART model is set with a complexity parameter (cp) of 0.01, which likely led to a more complex tree with a higher Mean Squared Error (MSE) compared to Models 1 and 2. The increased MSE in Model 3 suggests that the model may have overfitted the data, as a lower cp value permits the tree to grow more shallow and extract more noise in the data. This is an illustration of how small changes in the parameters of a model, cp into the model, affect the model's performance. It further shows the existence of the Rashomon effect, that there are model(s) with same input data(s) that may yield different outputs due to parameter choice difference(s) [9].

In Figure 5, the local SHAP value analysis highlights notable differences in feature importance between the CART and M5P models. In the CART model, X2 emerges as the most influential feature, holding the highest SHAP value, followed by X1, which also contributes substantially to the predictions. This indicates that CART heavily relies on X2 and X1 to make predictions. In contrast, the M5P model assigns lower importance to X2, suggesting its role is minimized in this model. Instead, M5P emphasizes X3 as a key feature, which is not considered by the CART model.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

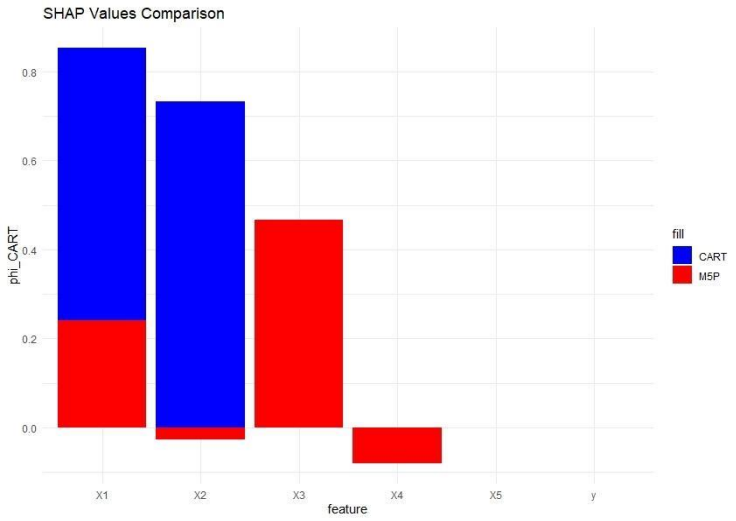


Figure 5. SHAP Values Comparison

Additionally, X4 is included in the M5P model with a small negative SHAP value that suggests a weak negative contribution in the predictions, while not in the case of CART, which does not consider X4 as statistically significant. The other features, X5 and Y, are not informative to either of the two models (as can be seen from their SHAP values, zero).

These asymmetries in feature importance represent the Rashomon effect in which those coalitions of influential features can produce surprisingly similar predictive performance across various models. The model of the CART weights X2 and X1 respectively, and the model of the M5P weights X3 and X4 more uniformly. This paper points out the different decision logic applied to these models and indicate a need for exploring a range of solutions for a better understanding of the role of the features in the machine learning models [8].

4. CONCLUSION

Analysis of SHAP and LORE values in CART and M5P models can be used to offer strong evidence of the Rashomon effect, in which multiple models show comparable predictive performance, yet utilize different features and produce different structural explanations.

Based on the SHAP analysis, the CART model mainly relies on X2 and X1 as its most important features among which X2 has the largest contribution. On the other hand, M5P model assigns feature importance fairly uniform across examples, while particularly giving marginal contribution to X3 and a slight negative contribution to X4. This difference in feature importance also reveals that the CART and the M5P models assign different sets of the input features to contribute towards predictions, which illustrates the distinct process of decision making that underlies the Rashomon effect.

The LORE values further substantiate this interpretation. For the CART model, the higher deviance value (59.59) implies a more intricate, and possibly less stable, explanation structure.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Compared, the M5P model produces a lower deviance value (18.94), suggesting a more parsimonious and interpretable explanation framework. Based on these findings, one observation is that although the CART model is based on a few key dominant features, the M5P model utilizes more and more diversified feature contributions, along with inherently more stable and explainable result, which is verified by the LORE metrics results.

In conclusion, the combined SHAP and LORE analyses underscore the presence of the Rashomon effect between the CART and M5P models. Despite their equivalent predictive ability, these models have disparate dependence on input features and explanation complexity. These results highlight the importance of considering, in developing machine learning predictions, the use of multiple models and interpretability methods in order to obtain a full grasp of the range of mechanisms driving machine learning predictions.

REFERENCES

[1] Guidotti R., Monreale A., Ruggieri S., Pedreschi D., Turini F., & Giannotti F., A survey of methods for explaining black box models, ACM Computing Surveys,September, 51,5, 2018.
[2] Tajima, K., Ichijo, N., Nakahara, Y., & Matsushima, T. (2024). An algorithmic framework for constructing multiple decision trees by evaluating their combination performance throughout the construction process. *arXiv:2402.06452 [cs.LG]*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.06452
[3] T. Miranda Lakshmi, A. M., Mumtaj Begum R., & Prasanna Venkatesan V., An analysis on performance of decision tree algorithms using student's qualitative data, International Journal of Modern Education and Computer Science,June, 5,5, 2013.
[4] Sunil K., Saroj R., & Jyoti V., Hyper heuristic evolutionary approach for constructing decision tree classifiers, Journal of Information and Communication Technology,February, 20,2, 2021.
[5] Huanjing W., Qianxin, L., John T. H., & Taghi M. K., Feature selection strategies: A comparative analysis of SHAP-value and importance-based methods, Journal of Big Data, March, 11,1, 2024.
[6] Mane D., Magar A., Khode O., Koli S., Bhat K., & Korade P., Unlocking machine learning model decisions: A comparative analysis of LIME and SHAP for enhanced interpretability, Journal of Electrical Systems,March, 20,2, 2024.
[7] Guidotti, R., Monreale, A., Ruggieri, S., Pedreschi, D., Turini, F., & Giannotti, F. (2018). Local Rule-Based Explanations of Black Box Decision Systems. *ArXiv, abs/1805.10820*.
[8] Meng Y., Yang N., Qian Z. & Zhang G., What Makes an Online Review More Helpful: An Interpretation Framework Using XGBoost and SHAP Values, Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, November, 16,3, 2020.
[9] Xin, R., Zhong, C., Chen, Z., Takagi, T., Seltzer, M., & Rudin, C. (2024). Exploring the whole Rashomon set of sparse decision trees. In *Proceedings of the 36th International Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS '22)* (Article 1023, pp. 14071–14084). Curran Associates Inc.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[10] Zern, A., Broelemann, K., & Kasneci, G. Interventional SHAP Values and Interaction Values for Piecewise Linear Regression Trees. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence,June, 37,9, 2023.
[11] Maaroof N., Moreno A., Jabreel M., & Valls A., Fuzzy-LORE: A Method for Extracting Local and Counterfactual Explanations Using Fuzzy Decision Trees, Artificial Intelligence Research and Development,2022
[12] Antonini A. S., Tanzola J., Asiain L., Ferracutti G. R., Castro S. M., Bjerg E. A., & Ganuza M. L., Machine Learning model interpretability using SHAP values: Application to Igneous Rock Classification task, Applied Computing and Geosciences, September, 23, 2024.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

INNOVATIVE MACHINE LEARNING APPROACHES FOR ENHANCED DIABETES RISK PREDICTION USING NHANES DATA

ZEHRANUR BAYRAK
Eskişehir Technical University,
zehranurbayrak@ogr.eskisehir.edu.tr - 0009-0006-3520-622X

DR. İSMAİL YENİLMEZ
Eskişehir Technical University,
ismailyenilmez@eskisehir.edu.tr - 0000-0002-3357-3898

ABSTRACT

This study aims to conduct a comprehensive machine learning model to predict diabetes risk using data from the NHANES 2013-2014 dataset. We studied an expanded dataset encompassing laboratory, demographic, lifestyle and dietary factors. This broader approach aims to improve prediction accuracy and provide a more detailed understanding of diabetes risk. Comparisons are drawn for the performance of different machine learning algorithms, namely Logistic Regression, Gradient Boosting, Support Vector Machines, Decision Trees, and Random Forests. To make better comparisons, these models have been improved by the use of dimensionality reduction and regularization techniques. The best performance, with 99.63% accuracy and 99.15% F1-Score, was obtained by the Random Forest model, hence capturing the complex relationships. Gradient Boosting and Decision Trees also delivered competitive results, while Logistic Regression underperformed, especially in Recall. This study highlights the NHANES dataset's potential for robust diabetes risk prediction, enabling early detection and public health interventions.

Keywords: Diabetes risk, machine learning, prediction accuracy, preventive healthcare, NHANES.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. INTRODUCTION

Diabetes mellitus is a chronic metabolic disorder characterized by persistent hyperglycemia, which, if undiagnosed or poorly managed, may lead to serious complications such as cardiovascular diseases, kidney failure, and neuropathy [1]. Thus, early detection and timely intervention are required to reduce these risks, and lately, machine learning has provided great opportunities for developing accurate predictive models for identifying individuals at high risk of diabetes [12]. Traditional prediction models use biomedical indicators such as fasting glucose level, blood pressure, and BMI. On the other hand, there is growing evidence to support the view that incorporating demographic, lifestyle, and dietary factors in conjunction with clinical variables greatly enhances model performance and improves predictive accuracy [6]. Advanced ensemble techniques, such as Random Forest and Gradient Boosting, have demonstrated excellent performance by integrating different predictors and capturing complex data relationships [3].

The most important tasks in building any effective model in ML are feature selection and optimization. Techniques such as Lasso Regression use the L1 regularization method for shrinking the coefficients of redundant features to zero, which may include identifying the most important predictors that enhance the model simplicity and interpretability [4]. In addition, methods of hyperparameter tuning, such as Grid Search and Randomized Search, turn out to be quite indispensable for refining model performance and making sure it is robust [5].

The rich multi-dimensional database used here to predict the risk of diabetes emanates from the demographic, lifestyle, dietary, and biomedical NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey), 2013-2014. This research study specifically looks at:

1. Identifying the most relevant predictors of diabetes risk using Lasso Regression.
2. Compare the performance of the Logistic Regression, Gradient Boosting, Support Vector Machines-SVM, Decision Trees, and Random Forest.
3. Hyperparameter tuning for model performance optimization.
4. The predictive performance could be checked using the metrics: Accuracy, Recall, Precision, and F1-Score.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

It was further combined with state-of-the-art ML methodologies using a heterogeneous dataset to establish a more robust framework for early detection of diabetes risk, contributing to better preventive healthcare strategy and personalized interventions.

2. METHOD

2.1. Dataset

This study has used the rich demographic, lifestyle, dietary, and biomedical variables in the NHANES 2013-2014 dataset to predict the risk of diabetes. The following categorized key features include demographics that comprise age, gender, income, race/ethnicity, and education; Examinations include blood pressure, body measurements, muscle strength, oral health, and taste and smell; Dietary Data would include total nutrient intake - calories, fats, vitamins; and Laboratory Tests shall include blood markers-glucose, insulin, cholesterol, triglycerides, and glycohemoglobin, urine markers-albumin, creatinine, heavy metals, arsenic, infectious disease tests-hepatitis, HIV, HPV, and other biomarkers like vitamin B12, fluoride, iodine, and glucose tolerance tests.

Questionnaires also examined health status: diabetes, cardiovascular and mental health, physical activity, and lifestyle factors-smoking, alcohol use, reproductive health-and social aspects of income and food security. Also, prescription medications were taken into consideration. For the imputation of the missing values, multiple imputation techniques were implemented [11]. IQR method was used to handle the outliers. Lastly, normalization was done on the dataset before splitting it into training and test sets in an 80/20 ratio, allowing for consistency in terms of reliable model development.

2.2. Lasso Regression

In this study, feature selection was performed using Lasso Regression to identify the most important variables that contribute to the risk of diabetes. Lasso is a regularization method that adds an L1 penalty to the loss function, which in essence shrinks the coefficients of the less important features to zero. This approach enhances the interpretability of the model and reduces overfitting by removing irrelevant or redundant features.

Mathematically, Lasso regression minimizes the following objective function [6]:

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$$\hat{\beta} = \arg\min\left\{\sum_{i=1}^{n}\left(y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^{p}\beta_j x_{ij}\right)^2 + \lambda\sum_{j=1}^{p}|\beta_j|\right\}$$

Here, λ controls the degree of regularization, the higher values of λ the stronger coefficients' shrinkage. Following variables have been selected based on Lasso feature selection:

LBXGH: Glucose (mg/dL) - Laboratory measurement.

GTDCODE: Glucose tolerance test code.

WTSOG2YR: Two-year weighting factor for sodium and potassium dataset.

RXDCOUNT: Number of prescription medications used in the last 30 days.

DIQ260U: Frequency of health professional visits due to diabetes (time unit).

RXDRSC1_E11: Prescription drug code - ATC Level 1, Endocrine system.

LBXSGL: Serum glucose (mg/dL) - Laboratory measurement.

RIDAGEYR: Age (in years).

DIQ230: Frequency of health professional visits due to diabetes.

CDQ006: Diagnosis of chronic bronchitis.

The Lasso regression analysis successfully reduced the dimensionality of the dataset, retaining only the most significant predictors of diabetes risk.

The dependent variable for this study was DIQ010, which indicates whether an individual has been diagnosed with diabetes. The original coding of this variable is as follows:

"Yes": Diagnosed with diabetes by a doctor.

"No": Not diagnosed with diabetes by a doctor.

"Borderline": Diagnosed with prediabetes.

For the purpose of this analysis, the dependent variable was transformed into a binary format:

1: Diabetes present ("Yes").

0: Diabetes not present ("No" or "Borderline").

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

The following steps were carried out:

Data Standardization: All features were standardized in order to have the same scale across variables.

Regularization Strength Tuning: A range of regularization strengths (α\alphaα values) were tried and the best performing α\alphaα value chosen based on cross-validation.

Feature Selection: Features with nonzero coefficients after applying Lasso were retained as the most relevant predictors for diabetes risk.

Feature selection using Lasso reduced the dimensionality of the dataset, retaining only the most important predictors such as age, BMI, blood glucose level, and dietary factors. This refinement enhances computational efficiency and generally improves the performance of the model in both the training and testing phases.

2.3. Machine Learning Algorithms

The following five machine learning algorithms were implemented in predicting the risk of diabetes:

1. Logistic Regression: A linear classification model for binary outcomes that is simple and interpretable. Logistic regression is a widely used algorithm in binary classification problems and is a simple and effective model in "present/absent" predictions such as diabetes risk [3].

$$P(X) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\cdots+\beta_pX_p)}}$$

2. Gradient Boosting: One of the most powerful ensemble methods, sequentially combining weak decision trees to improve the accuracy of prediction. Gradient boosting refers to a technique trying to improve the model accuracy by adding decision trees in succession. Especially, gradient boosting algorithms, like XGBoost, are highly accurate in the prediction of diabetes and perform strongly on biomedical dataset [7].

$$F_m(X) = F_{m-1}(X) + \gamma_m h_m(X)$$

3. Support Vector Machines: This is the separation method of data points according to class boundaries, which can be both linear and nonlinear. In the case of data classification, SVM identifies the best separation line between classes and provides effective results in biomedical data sets [8]

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$$\frac{1}{2}\left|\left|w\right|\right|^2 \quad subject\ to \quad y_i(w \cdot x_i + b) \geq 1,\ \forall$$

4. Decision Trees: A rule-based technique that splits data based on feature values for easy classification. Decision trees are effective in processing data by dividing it into branches, allowing the model to visualize which features are important in classification in diabetes prediction [9].
5. Random Forest: A voting system that includes several decision trees to improve classification and reduce overfitting. A random forest combines a set of decision trees. The random forest algorithm turns out to be highly accurate for diabetes prediction among different classifications for complex problems, one of the strongest [10]

$$\hat{y} = majority\ vote\{h_t(x),\ t = 1, \ldots, T\}$$

2.4. Hyperparameter Optimization

The techniques of hyperparameter optimization were applied to improve the performance of the machine learning models [2]. Two such methods are:

Grid Search: A thorough approach to go through all the possible combinations of hyperparameters.

Randomized Search: A faster variant of the grid search where randomly a subset of hyperparameters is sampled from the search space; this is more efficient when the hyperparameter space is too large [3].

The above-mentioned optimization techniques are applied using 5-fold cross-validation to assure robustness in the models.

2.5. Performance Evaluation Metrics

To evaluate the performance of the machine learning models, the following metrics were used:

Accuracy: Overall correctness of the predictions.

Recall or Sensitivity: It gives the ratio of true positives to the sum of true positives and false negatives, which is very critical in identifying diabetic cases.

Precision: The precision will give the percentage of correct predictions out of all positive predictions made by the model.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

F1-score: This is the harmonic mean of precision and recall, providing a balanced measure.

In addition, the metrics were calculated for each model and used for comparison from which the best algorithm was deduced.

3. ANALYSIS AND RESULTS

Table 1 summarizes that, out of all the models compared, the Logistic Regression model was found to be the weakest. Though simple and interpretable, it didn't do well on Recall, which signifies its inability to correctly identify positive cases. It therefore means that Logistic Regression can handle nonlinear and complex relationships in the dataset only.

Table 1. Result for Models

Model	Accuracy (%)	Recall (%)	Precision (%)	F1-Score (%)
Logistic Regression	90.05	66.09	85.56	74.51
Gradient Boosting Classifier	98.12	93.36	95.81	95.63
Support Vector Machines (SVM)	54.43	45.83	23.36	22.62
Decision Tree Classifier	99.39	98.32	98.35	98.34
Random Forest Classifier	99.63	99.88	99.32	99.15

The Gradient Boosting algorithm gives a very strong and well-balanced performance with a high value of Accuracy and Recall. With the ability to correctly identify true positives (Recall), added to its high precision, it's a feasible model to predict diabetes. As it is an ensemble method, overfitting is consequently considerably reduced.

Among all models, the SVM with a linear kernel was the worst; it had the lowest accuracy and Recall. It reflects that the linear boundary is not enough to capture the nonlinear relationship in the data. Its performance may be improved with the incorporation of a nonlinear RBF or polynomial kernel.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

The Decision Tree classifier presented a high performance for all metrics, greater than 98% in both Recall and Precision. On the other hand, this simplification of Decision Trees comes with potential overfitting that could reduce generalization on unseen data.

Random Forest outperformed all other models. That performed the best with a very high Accuracy of 99.63% and Recall of 99.88%, featuring very high Precision. Because it is an ensemble that works by combining several decision trees, it effectively avoids overfitting and gives outstanding generalization capability.

Results of model comparison in Figure 1 below. The ROC Curves have also been plotted and can be availed on request. Among the compared models, Random Forest was the most powerful for predicting diabetes, with an AUC of 0.9973.

Gradient Boosting and Decision Tree might be taken as other high accuracy alternatives. In such a case, Logistic Regression does moderately, but models like that of SVM are not preferable to be kept since its performance is pretty low.

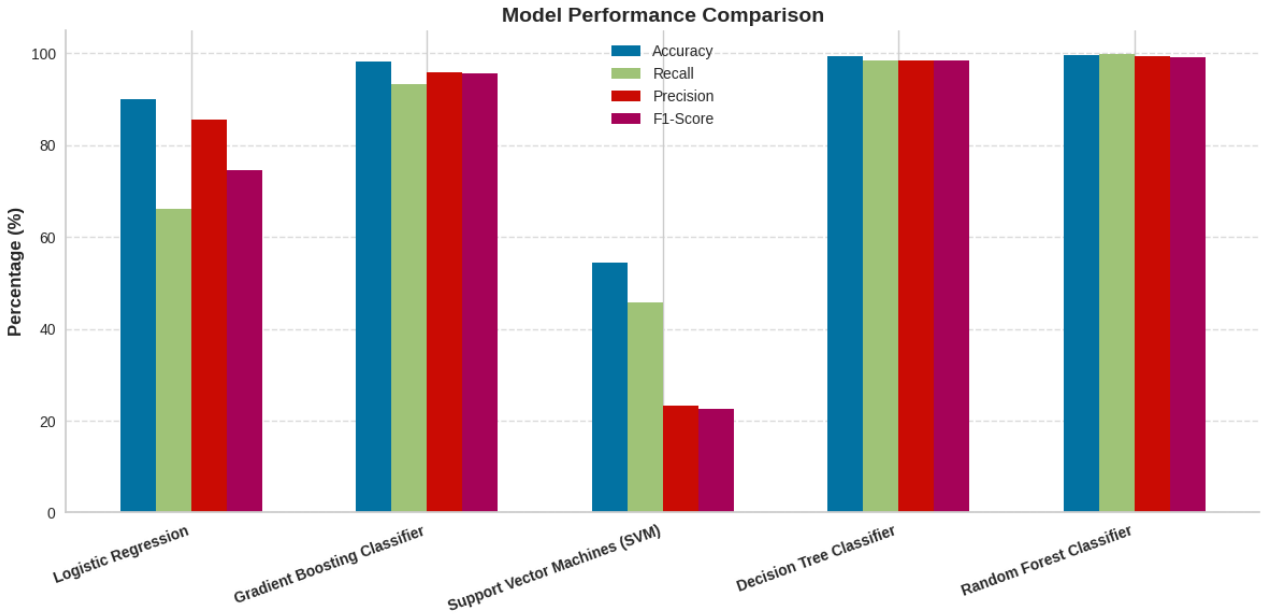


Figure 1. Model Evaluation Results

4. CONCLUSION

The dataset from NHANES 2013-2014 is being applied as a rich data source to derive a valid diabetes risk prediction model, taking into consideration all available demographic, dietary, and biomedical data. Diabetes risk in this study will be predicted using several machine learning

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

models, including Logistic Regression, Gradient Boosting, Decision Trees, Support Vector Machines (SVM), and Random Forest, together with some hyperparameter optimization techniques, such as Grid Search and Randomized Search.

Indeed, results showed that the Random Forest model yields the best performance, with an accuracy of 99.63% and an F1-score of 99.15%, better in predictive power and capturing complex relationships between features. Gradient Boosting and Decision Trees proved very promising; they acted as a very good alternative to being highly accurate, with good interpretability though with a risk of overfitting because of the simplicity of Decision Trees.

Logistic Regression, on the other hand, performed worse, especially on Recall, reflecting an inability to model complex nonlinear patterns of data. Similarly, a linear kernel SVM showed underperformance, indicating a possibility for its performance enhancement using nonlinear kernels.

In conclusion, the study has reflected that the machine learning models, and most importantly Random Forest, give high accuracy in predicting diabetes risk. Future studies might further improve performance by using deep learning techniques and advanced strategies for feature engineering.

REFERENCES

[1] Xu, Z., & Wang, Z. (2019). A risk prediction model for type 2 diabetes based on weighted feature selection of random forest and XGBoost ensemble classifier. *IEEE ICACI*.

[2] Yenilmez, İ. & Akçay, E. K. (2023). Performance of Particle Swarm Optimization and Genetic Algorithm for Tuning of k-NN Hyperparameters. Proceeding Book of Akdeniz 10th International Conference on Applied Sciences, November 2-5, KYRENIA (pp.328-338), ISBN: 978-625-6830-49-3

[3] El Massari, H., Gherabi, N., Qanouni, F., & Mhammedi, S. (2024). Diabetes prediction using machine learning with feature engineering and hyperparameter tuning. *IJACSA*.

[4] Al-Mousa, A., AlKhdour, L., Bishawi, H., & AlShubeliat, F. (2023). Multiclass Diabetes Detection Using Random Forest Classification. *2023 IEEE Jordan International Joint Conference on Electrical Engineering and Information Technology (JEEIT)*, 243-248. https://doi.org/10.1109/JEEIT58638.2023.10185679

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[5] Dinh, A., Miertschin, S., Young, A., & Mohanty, S. (2019). A data-driven approach to predicting diabetes and cardiovascular disease with machine learning. *BMC Medical Informatics*.

[6] Kumarage, P.M., Yogarajah, B., & Ratnarajah, N. (2019). Efficient Feature Selection for Prediction of Diabetic Using LASSO. *2019 19th International Conference on Advances in ICT for Emerging Regions (ICTer), 250*, 1-7.

[7] Sadhasivam, J., Muthukumaran, V., Raja, J., Joseph, R., Munirathanam, M., & Balajee, J. (2021). Diabetes disease prediction using decision tree for feature selection. *Journal of Physics: Conference Series*, 1964. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1964/6/062116.

[8] Rahman, A., Nesha, K., Akter, M., & Uddin, M. (2013). Application of Artificial Neural Network and Binary Logistic Regression in Detection of Diabetes Status. *Science Journal of Public Health*, 1, 39. https://doi.org/10.11648/J.SJPH.20130101.16.

[9] Wardhani, K., & Akbar, M. (2022). Diabetes Risk Prediction Using Extreme Gradient Boosting (XGBoost). *Jurnal Online Informatika*. https://doi.org/10.15575/join.v7i2.970.

[10] Deng, F., Huang, J., Yuan, X., Cheng, C., & Zhang, L. (2021). Performance and efficiency of machine learning algorithms for analyzing rectangular biomedical data. *Laboratory Investigation*. https://doi.org/10.1038/s41374-020-00525-x.

[11] Yenilmez, İ. (2024). Performance of imputation techniques: A comprehensive simulation study using the transformer model. Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences. https://doi.org/10.14744/sigma.2024.00131

[12] Guan, Z., Li, H., Liu, R., Cai, C., Liu, Y., Li, J., Wang, X., Huang, S., Wu, L., Liu, D., Yu, S., Wang, Z., Shu, J., Hou, X., Yang, X., Jia, W., & Sheng, B. (2023). Artificial intelligence in diabetes management: Advancements, opportunities, and challenges. Cell reports. Medicine, 4(10), 101213. https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2023.101213

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

DOĞANIN İZİNDE: KENTSEL DONATILARDA DOĞADAN İLHAM ALMA

Sena ŞENGÜL
Bursa Uludağ Üniversitesi,
ssenasengull@hotmail.com - 0000-0003-3167-5628

Doç. Dr. Elvan ENDER ALTAY
Bursa Uludağ Üniversitesi,
elvanender@uludag.edu.tr - 0000-0001-5933-1611

ÖZET

Doğa, geçmişten günümüze kadar, her çağda insanlar için merak kaynağı olarak kabul edilmektedir. İnsanların doğa ile ilgilendikçe doğanın hem rehber hem de ilham kaynağı olabileceğini keşfettiği söylenebilmektedir. İnsanlar bilinçli veya farklı şekillerde, doğayı taklit etmekte ve araştırmaktadır. Bu doğrultuda zamanla farklı disiplinlerce doğanın form ve işlevleri örnek alınarak yaşam koşullarını kolaylaştırmak amaçlanmıştır. Doğadan ilham alarak yapılan tasarımların sadece estetik değil aynı zamanda işlevsel olması, çevresel sürdürülebilirlik bakımından da önemli etki yaratmaktadır. Örneğin, doğada bulunan organizmaların evrimsel değişimlerinde geliştirdikleri stratejilerin, enerji verimliliği veya atık yönetimi gibi alanlarda insan yapımı sistemlere dahil edilmesiyle birlikte daha çevre dostu çözümler ortaya çıkarılabilmektedir. Doğadan estetik veya işlevsel olarak esinlenerek tasarım yapmak biyomimikri kavramını ortaya çıkarmaktadır. Bu çalışmada şehirleri daha yaşanabilir kılan ve işlevselliği artıran kentsel donatılarda biyomimikri yaklaşımı ele alınmıştır. Kentsel donatıların, kent kullanıcılarının ihtiyaç ve taleplerine uygun şekilde, peyzaj mimarlığının vizyonu doğrultusunda tasarlanması gerekmektedir. Çalışma kapsamında biyomimikrinin tanımı, peyzaj mimarlığı ile ilişkisi ve kentsel donatılar kapsamındaki yeri detaylandırılmıştır. Örnek tasarımlar üzerinden, doğanın estetik ve işlevsel unsurlarının nasıl entegre edildiği incelenmiştir. Sonuç olarak, kentsel alanlarda doğadan ilham alınan tasarımlara yer vermenin, şehirleri daha yaşanabilir, estetik ve sürdürülebilir hale gelmesine katkıda bulunduğu söylenebilmektedir. Bu yaklaşım insanların doğayla olan bağlarını güçlendirmekle birlikte kullanıcı deneyimini zenginleştiren kentsel tasarımlara yenilikçi çözümler sunmaktadır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Anahtar Kelimeler: Kentsel donatılar, Doğadan ilham alma, Sürdürülebilirlik

1. GİRİŞ

Doğa, tarih boyunca dünya üzerinde var olan tüm medeniyetleri çeşitli yönlerden etkilemekle birlikte, insan hayatını da şekillendirmektedir. Günümüzde insanların, geçmişte olduğundan daha fazla doğaya ve sunduğu imkanlara bağımlı hale geldiği söylenebilmektedir. Bu duruma ek olarak, enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik gibi kavramlara verilen önemin de doğaya dönüşü işaret ettiği görülmektedir (Mart ve ark., 2024).

Doğa insanlar için büyük bir ilham kaynağı olarak kabul edilmekte ve sosyal yaşamda karşılaştığımız birçok sorunun cevabını içermektedir. İlk insanların barınma gereksinimini gidermek adına doğadan esinlenmeyi denedikleri bilinmektedir. Son zamanlarda insanlar kendi hayatlarını var etmeye çalışırken, geri dönüme imkân vermeyen malzemeler kullanarak, üretilenden fazla enerji harcayarak, doğal hayata zarar vermektedirler. Bu doğaya zarar veren döngünün durdurulamasa da yavaşlatılabileceği bilinmektedir. Gün geçtikçe insanların daha bilinçli bir hale geldiği, teknolojinin gelişmesiyle birlikte ulaşılabilir kaynakların çoğaldığı ve doğadan öğrenmenin daha kolay bir hale geldiği söylenebilmektedir (Keskin, 2019).

Sürdürülebilirliği sağlamak, oluşturulan mekânlarda çevre dostu malzemeler kullanmak ve bunları yaparken en büyük tasarımcı olan doğadan ilham almak biyomimikrinin tasarım kullanımı için taşıdığı kılavuzlardan birkaçı sayılabilmektedir. Bir yol gösterici olarak biyomimikri, mekanları kurgulamak için kullanılan sistemleri yeniden yapılandırmak ve mekanların sürdürülebilir yaşam koşullarına sahip olmasını sağlamak açısından önemli olarak kabul edilmektedir (Karabetça, 2016).

Doğadan öğrenilen bilgilerin, peyzaj mimarlığı, kentsel tasarım ve mekansal planlama gibi disiplinler kapsamında hayata geçirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda biyomimikrinin ilkelerinden faydalanmak gerektiği söylenebilmektir. Bu çalışmanın temel amacı kentsel donatıların tasarımında biyomimikri temelli bakış açısının ve yönteminin geliştirilmesine katkı sağlamaktır. Bu bağlamda ilk olarak biyomimikrinin tanımı, peyzaj mimarlığı ile ilişkisini, kentsel donatılar kapsamında değerlendirilmesini ve biyomimikri temelli tasarıma dair farklı örnek tasarımlardan bahsedilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2. BİYOMİMİKRİ ve PEYZAJ MİMARLIĞI

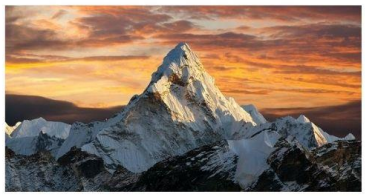
Doğanın, tasarım süreçlerine ışık tutabilecek zengin bir bilgi kaynağı ve aynı zamanda dünyanın en önde gelen tasarımcısı olduğu söylenebilmektedir. Biyomimikri, tasarımcıların doğayı inceleyip prensiplerini kavradığı bilinçli bir yöntem olarak tanımlanabilmektedir. Biyomimikrinin temel amacı, doğanın dilini tasarımcıya aktaran bir araç olmaktan geçmektedir. Doğanın, insanların yaşamlarını geliştirme arzusuyla ilham aldığı ve taklit ettiği bir model olarak her zaman önemli bir rol oynadığı söylenebilmektedir (Kuday, 2009).

Biyomimikri kapsamında tasarımlarda hem işlevsellik bakımından doğadaki sistemlerden faydalanılabildiği görülmekte hem de estetik açıdan doğadaki materyallerin görünüşlerinden esinlenilebildiği söylenebilmektedir. Bu bağlamda Görsel 1'de hem işlevsel olarak hem de şekilsel olarak doğadan esinlenilen tasarımlar verilmiştir.

- **Frank Lloyd Wright, Şelale Evi:** Şelale Evi'nin bir şelalenin üzerine inşa edilmesi, doğal su akışını ve bitki örtüsünü yapının bir parçası haline getirmektedir. Wright, doğal malzemeleri kullanarak doğanın dengesini korumayı hedeflemektedir.
- **Changi Havalimanı:** Havalimanının tasarımında, enerji verimliliğinin artırılması kapsamında, doğal ışık kullanımı, hava akışının iyileştirilmesi ve bitki örtüsünün bütünleştirilmesi gibi doğayı taklit eden yaklaşımlar benimsenmektedir.
- **Sydney Opera Binası:** Yapının ikonik çatıları, doğada bulunan doğal formları (deniz kabukları, yapraklar vb.) taklit etmekte ve işlevsel olarak su ile rüzgâr akışını optimize etmesi hedeflenmektedir.
- **Münih Olimpiyat Stadı:** Stadyumun çatısındaki yapılar, doğada bulunan dağ, tepe gibi organik formlar ile benzerlik göstermektedir. Bu çatılar hem estetik bir görünüm sunmakta hem de hava akışını optimize ederek doğal havalandırma sağlamaktadır.
- **Vincent Callebaut, Lilypad:** Lilypad, suya dayalı yaşamın simgesi olarak tasarlanmış olup, bir nilüfer şeklini andırmaktadır. Proje, deniz seviyesinin yükselmesi gibi iklim değişikliği sorunlarına çözüm arayışında olup, yenilenebilir enerji ve gıda üretimi sağlayan bir model sunmaktadır.
- **Bosco Verticale, Milano:** Tasarım, doğanın ekosistem hizmetlerinden yararlanarak hava kalitesini iyileştirmeyi, enerji verimliliğini artırmayı ve şehir iklimini olumlu yönde etkilemeyi amaçlamaktadır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

- **Eden Bölgesel İklim ve Bitki Örtüsü Projesi:** Bitkilerin su döngüsünü yönetme, hava kalitesini iyileştirme ve yerel iklimi düzenleme gibi özellikleri ile doğanın tasarımını ve işleyişini taklit ederek, ekolojik dengeyi korumayı ve insanlarla doğal çevre arasındaki etkileşimi güçlendirmeyi amaçlamaktadır.

Tasarım Adı	Tasarım	Esin Kaynağı
Frank Llyod Wright, Şelale Evi		
Changi Havalimanı		
Sydney Opera Binası		
Münih Olimpiyat Stadı		
Vincent Callebaut, Lilypad		
Bosco Verticale, Milano		
Eden Bölgesel İklim ve Bitki Örtüsü Projesi		

Görsel 1. Doğadan işlevsel olarak esinlenme örnekleri

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Doğa, materyallerin en iyi şekilde kullanılmasında insanlara esin kaynağı olmaktadır. Bu amaçla, canlıların moleküler, yapısal ve kimyasal özelliklerinden yararlanılmaktadır (Öztürk, 2015).

Peyzaj mimarlığının, sanat, çevre, mimarlık, mühendislik, sosyoloji ve tasarım öğelerini içeren, farklı ölçeklerde alanların tasarımını gerçekleştiren bir disiplin olduğu söylenebilmektedir. Bu kapsamda, esasen insanın yararını gözeterek, kullanıcıların mutluluğunu, sağlığını, güvenliğini ve konforunu sağlamak amacıyla estetik ve bilimsel ilkeler doğrultusunda fiziksel çevreyi, biyo-çeşitliliği destekleyecek biçimde çeşitli ölçeklerde ele almaktadır. Peyzaj mimarlığı uygulamalarında doğal, kültürel ve sosyo-ekonomik değerlerin kullanımıyla sürdürülebilirlik açısından oluşturulan ekolojik yaklaşımlar, insan odaklı bir çevre oluşturulmasında en önemli unsurlardan biri olarak kabul edilmektedir (Demirbaş ve Demirbaş, 2019).

Peyzaj mimarlığı ve biyomimikri, doğadan öğrenme kapsamında sürdürülebilir ve işlevsel tasarımların oluşturulmasında rol oynamakla birlikte ekolojik dengenin korunmasına karşı önlemlerin geliştirilmesine de katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda iki disiplinin de güçlü bir ilişki içerisinde olduğu söylenebilmektedir.

3. KENTSEL DONATILAR

Sokak, cadde, meydanlar ve rekreasyon amaçlı tasarlanmış genel veya özel alanlarda yer alan kentsel donatılar, bir peyzaj unsuru olarak kentsel yaşam kalitesinin yükseltilmesine önemli katkı sağlamaktadır. Bulundukları çevre uyumlu bir şekilde kentin vazgeçilmez bir parçası haline gelen kentsel donatılar, kent ile kurdukları bütünlük neticesinde kentin kimliğinin oluşmasına katkı sağlamaktadır. Kentsel donatıların bulunduğu mekanın boyutuna, büyüklüğüne ve anlamına uyumlu olması, yer aldığı çevrenin karakterini yansıtması, ayrıca kullanıcılara psikolojik rahatlık sağlaması gerekmektedir. Ayrıca, kullanıcıların farklı gereksinimlerinin ötesinde toplumun sosyo-kültürel ve ideolojik yapısı da düşünülerek tasarlanmaları gerekmektedir. Kentsel yaşamı kolaylaştırmaya ve daha estetik çevreler elde etmeye olanak sağlayan kentsel donatıların, ergonomi ve fiziksel özellikleri açısından standartlara uygun olması, tasarımlarında fonksiyonel ve estetik özellikleri dikkate alan özgün niteliklerin olması, taşınabilir ve monte edilebilir olması, yedek parçalarının kolay

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

bulunabilmesi, bakımlarının kolay olması, sağlam olması ve vandalizm'e karşı dayanıklı olması gerekmektedir (Kurter ve Kaya, 2019).

Dış mekanlarda bulunan donatılar farklı gereksinimlere yönelik olmakla birlikte pek çok çeşit olabilmektedir. Örneğin, oturma birimleri, örtü elemanları, aydınlatma birimleri, su öğesi, çöp kutuları, bilgi-iletişim ve yönlendirme panoları, ağaç ızgaralıkları, bariyer, sanatsal obje gibi birçok kentsel donatı sayılabilmektedir (Erdem, 1995).

4. KENTSEL DONATILARDA BİYOMİMİKRİ UYGULAMALARI

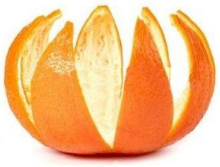
Kentsel donatılar biyomimikri kapsamında, doğanın tasarım ve işleyiş prensiplerinden esinlenerek geliştirilmiş çözümler sunabilmektedir. Doğada yer alan sağlam ve hafif malzemelerden esinlenerek, sürdürülebilir kentsel donatılar tasarlanabilmektedir. Örneğin, örümcek ağlarının dayanıklı, hafif ve esnek yapısından ilham alınarak sağlam ve ağır olmayan materyaller veya lotus yaprağındaki su geçirimsiz yüzeyden yola çıkılarak kir tutmayan boyalar yapılabilmektedir (Çelikel ve Uçar, 2020). Bu çerçevede kentsel donatılarda hem işlevsellik bakımından doğadaki sistemlerden faydalanılabildiği görülmekte hem de tasarım kapsamında doğadaki materyallerin görünüşlerinden esinlenilebildiği söylenebilmektedir.

Görsel 2-3'te kentsel donatıların doğadan esinlenme örnekleri verilmiştir. Örneklerde esin kaynağı olarak kullanılan bazı öğelerin şekilselin yanında işlevsel özellikleri de bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilmektedir:

- **Deniz kabuğu:** Deniz kabuklarının hafif ve dayanıklı bir strüktüre sahip olmasının yanı sıra kir tutmayan yüzeye de sahip olduğu söylenebilmektedir. Bu kapsamda kentsel donatılarda kullanılan malzemeler için bu özelliklerin önemli olabileceği düşünülmektedir.
- **Kaplumbağa kabuğu:** Kaplumbağaların kabuklarının sert ve dayanıklı olduğu ifade edilebilmektedir. Kentsel donatıların uzun ömürlü ve dış etkenlere karşı dayanıklı olmaları için bu niteliklerden yararlanılabilmektedir.
- **Sinek kanadı:** Sinek kanatlarının yüzey yapısı, suyun ve kirin tutunmasını azaltan özelliklere sahip olmasıyla, saydam yapısı, doğal aydınlatma ve enerji verimliliği sağlamak amacıyla esin kaynağı olabilmektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

- **Mercan:** Yenilenebilir enerji üretimi kapsamında ilham kaynağı olan mercanlar güneş ışığını kullanarak enerji üretmektedir. Bu özellik, yenilenebilir malzeme tasarımlarında ve doğal çevreyi koruma stratejilerinde ilham kaynağı olmaktadır.

Donatı Türü	Donatı	Esin Kaynağı
Oturma ve örtü birimi		
Örtü birimi		
Örtü birimi		
Örtü birimi		
Oturma birimi		
Oturma ve örtü birimi		
Oturma ve örtü birimi		

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Görsel 2. Kentsel donatılarda doğadan esinlenme örnekleri (1)

Donatı Türü	Donatı	Esin Kaynağı
Oturma birimi		
Oturma birimi		
Oturma birimi		
Bisiklet park yeri		
Aydınlatma birimi		
Oturma birimi		
Oturma birimi		

Görsel 3. Kentsel donatılarda doğadan esinlenme örnekleri (2)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Görsel 2 ve Görsel 3'te oturma birimleri, pergolalar, örtü birimleri veya aydınlatma elemanları gibi kentsel donatıların tasarımında doğada hangi materyalden ilham alındığı görülmektedir.

5. SONUÇ

Doğada bulunan birçok materyalin küçük veya büyük oranda taklit edilmesi, doğadan alınan bilgiyi, deneyimi ve uygulanabilirliği kullanarak gerçekleşmektedir. Biyomimikri tasarım yaklaşımı ile kentsel donatıların tasarımlarında doğadan ilham alma kapsamında biçim yoluyla estetiklik kazandırılabilmektedir. Bu tasarımın aynı zamanda işlevsel olabilmesi için şekil veren, fonksiyonları sağlayan ve gerekleri yerine getiren bir yapıya sahip olması gerekmektedir.

Biyomimikri, tasarım alanında test edilmiş ve olumlu sonuçlar elde edilmiş bir yaklaşım olarak tanımlanabilmektedir. Kısa bir geçmişe sahip olmasına rağmen, artık bir tasarım metodolojisinden ziyade bilimsel bir alan olarak değerlendirilmektedir. Biyomimikrinin her tür tasarım eğitiminde, özellikle günlük kullanıma yönelik ürün tasarımı programlarında desteklenmesi önemli avantajlar sağlayabilmektedir. Doğaya yeni bir perspektiften bakmak ve onun sunduğu çözümleri değerlendirmek, tasarımcılar için oldukça kıymetli bir yetenek olduğu ve bu yeteneğin geliştirilip yaygınlaştırılması gerektiği söylenebilmektedir. Tasarımın bu bilinçle yapılması, insanı mevcut durumundan daha ileriye taşıyacak ve karşılaştığı sorunlarla başa çıkabileceği yeni bir döneme geçişine yardımcı olmaktadır (Kuday, 2009).

Kentsel donatıların tasarımında doğanın estetiğinden ve işlevselliğinden yarar sağlamanın sürdürülebilir çözümlere ulaşmayı sağlamaktadır. Sonuç olarak biyomimikri yaklaşımı ile doğadaki materyallerin veya sistemlerin kentsel donatıların tasarımına entegre edilmesi ve bu sayede kullanıcı deneyiminin iyileştirilmesiyle birlikte daha yaşanabilir kentsel alanları oluşturduğu söylenebilmektedir.

KAYNAKÇA

Çelikel, S. B., Uçar, S. Biyomimikri: doğayla uyumlu yeni bir tasarım modeli. Humanities Sciences, 15, 2, 2020.

Demirbaş, G. U., Demirbaş, Ö. O. Biyofilik tasarım kapsamında Peyzaj Mimarlığı ve İç Mimarlık arakesiti: Eğitim programlarının karşılıklı değerlendirilmesi. Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi, 2, 2, 2019.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Erdem, N. Kentsel donatı elemanları, Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 45, 1995.

Karabetça, A. R., *Biyomimikri destekli mekan tasarımı ölçütleri ve bu ölçütlerin örnekler üzerinde incelenmesi,* Doktora Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2016.

Keskin, R., *Doğadan esinlenen mekansal tasarımlarda analojinin kullanımı: biyomimikri,* Yüksek Lisans Tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Burdur, 2019.

Kuday, I., *Tasarım Sürecinin Destekleyici Faktör Olarak Biyomimikri Kavramının İncelenmesi,* Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.

Kurter, N., Kaya, Z. Kentsel donatı elemanlarının peyzaj mimarlığı açısından değerlendirilmesi: Çankırı Örneği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 21, 1, 2019.

Mart, M., Kesicioglu, O. S., Gökhan, S. Doğadan Bilime Biyomimikri Çalışmasının Okul Öncesi Çocukların Bilim Motivasyonlarına Etkisinin İncelenmesi. Trakya Eğitim Dergisi, 14, 3, 2024.

Öztürk, A. F., *Mimarlıkta temel tasarım eğitim yöntemi olarak biyotaklit*, Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2015.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ORMAN ÜRÜNLERİ SEKTÖRÜNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR ÇEVRE GELİŞTİRMEYE YÖNELİK YEŞİL ÜRETİM UYGULAMALARI

Doç. Dr. Ahmet Bora KIRKLIKÇI

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi,

borakirklikci@gmail.com - 0000-0002-0401-8182

ÖZET

Günümüzün üretken dünyasında hem yeşile hem de sürdürülebilirliğe-daha büyük resme odaklanmak daha faydalı hale geliyor. Orman ürünleri sektöründe yeşil üretime artan bir ilgi vardır. Bu derlemenin amacı, sürdürülebilir bir çevre için orman ürünleri sektöründe yeşil üretimin önemli uygulamalarını belirlemek ve tartışmaktır. Orman ürünleri sektöründe yeşil üretim uygulamalarının başında malzeme tüketiminin azaltılmasına yönelik uygulamalar gelmektedir. Ormanların yok edilmesini en aza indirmek için yeniden ormanlandırma ve seçici hasat gibi sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarının teşvik edilmesi, emisyonları ve atıkları en aza indirmek için çevre dostu kimyasallar ve teknolojiler kullanılması, üretim süreçlerinde kaynak kullanımını optimize ederek verimliliğin artırılması ve orman ürünü atıklarının geri dönüşümünün ve yeniden kullanımının teşvik edilmesi malzeme tüketimini azaltıcı uygulamalar arasında yer almaktadır. Ürünlerin yeniden kullanımı için kereste fabrikalarından, mobilya imalatından ve diğer kaynaklardan gelen odun atıklarının geri dönüşümü, kağıt ve kartonun geri dönüştürülmesi, odun atıklarından veya diğer orman ürünlerinden biyomalzemelerin geliştirilmesi ve biyolojik olarak parçalanabilir veya geri dönüştürülmüş seçenekler gibi sürdürülebilir paketleme malzemelerinin kullanılması öne çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş ve fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması, orman ürünleri sektörünün karbon ayak izini önemli ölçüde azaltabilir. Ekipman verimliliğini artırma, üretim süreçlerini optimize etme ve atık ısıyı azaltan teknolojilerin ve uygulamaların uygulanması ve tedarik zincirlerini optimize ederek ve daha verimli ulaşım yöntemleri kullanarak yüksek karbonlu ulaşıma olan ihtiyacın azaltılması enerji verimliliği sağlayabilir. Sürdürülebilir üretim, orman ürünleri sektörünün uzun vadeli sürdürülebilirliği için olmazsa olmazdır. İşletmeler yeşil uygulamaları hayata geçirerek ve dijital teknolojileri benimseyerek daha sürdürülebilir ve dayanıklı bir gelecek oluşturabilirler.

Anahtar Kelimeler: Orman ürünleri sektörü, sürdürülebilir çevre, yeşil üretim yaklaşımları

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

GİRİŞ

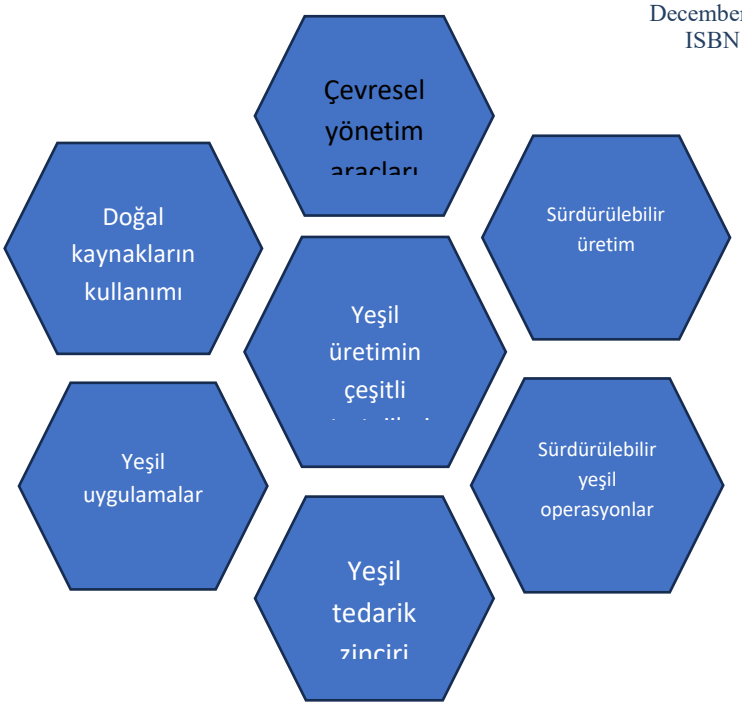
Üretim, ekonomik büyümenin kritik bir unsurudur. Döküm ve dövme gibi geleneksel üretim teknikleri giderek daha sürdürülebilir alternatiflerle değiştiriliyor. Üretim sektörü şu anda yüksek sermaye maliyetleri, düşük kar marjları ve piyasa istikrarsızlığı gibi önemli zorluklarla karşı karşıyadır. Özellikle küçük ölçekli üreticiler, üretim yöntemlerini yükseltmek ve uygun fiyatlı eğitim ve ekipmana erişmek için mücadele ediyor. Hem yeşile hem de sürdürülebilirliğe (daha büyük resim) odaklanmak, üretken dünyada daha faydalı hale geliyor (Bhattacharya vd., 2015; Paul vd., 2014).

Orman ürünleri sektöründe de benzerlik gösteren bu sorunları ele almak ve sürdürülebilir büyümeyi sağlamak için hem çevresel hem de ekonomik unsurlara öncelik verilmelidir. Orman ürünleri üreticileri, çevre dostu uygulamaları benimseyerek ve yenilikçi teknolojilere yatırım yaparak karbon ayak izlerini azaltabilir ve kaynak verimliliğini artırabilirler. Ayrıca, endüstri, akademi ve hükümet arasındaki iş birliğini teşvik etmek, sürdürülebilir bir orman ürünleri üretimi geleceğini destekleyen bilgi paylaşımını, beceri geliştirmeyi ve politika reformlarını kolaylaştırabilir. Bu derlemenin amacı, sürdürülebilir bir çevre için orman ürünleri sektöründe yeşil üretimin önemli uygulamalarını belirlemek ve tartışmaktır.

1. Yeşil Üretim ve Sürdürülebilir Çevre

İklim değişikliği ve bunun dünyamızın paha biçilmez ancak sınırlı kaynakları üzerindeki etkisi konusunda şüphe yoktur. Yeşil üretim, iklim değişikliğinin ve diğer çevresel zorlukların endüstriyel etkisini azaltmak için kurumsal süreçleri, üretim uygulamalarını ve paydaş düşüncesini değiştirmeye odaklanan bir üretim yöntemidir (Haleem vd., 2021; Seth vd., 2018). Yeşil üretim geçmiş üretim modlarını yükseltmeyi ve bunun yerine atık üretimini azaltan daha sürdürülebilir üretim çözümlerini tercih etmeyi amaçlar. Yeşil ve sürdürülebilir yöntemler, işletmelerin daha başarılı, rekabetçi ve karlı olmasını sağlar (Leong vd., 2019; Maruthi ve Rashmi, 2015). Endüstriyel kültür boyunca sürdürülebilir bir çevre geliştirmek için yeşil üretim felsefesinin stratejileri ve taktikleri olmuştur (Barzegar vd., 2018; Salvador vd., 2017) (Görsel 1).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 1. Yeşil üretim araçları ve stratejileri.

Üretim operasyonlarının yeşil olmasını ve sektörün genel sürdürülebilirliğine uygun hale gelmesini sağlamak için farklı akıllı ve enerji verimli adımlar gerekmektedir. Bu yaklaşımlar arasında süreçler boyunca enerji kullanımının, su kullanımının, atık üretiminin ve emisyonun azaltılması vb. yer alır. Öte yandan, kurtarma, yeniden tasarlama, geri dönüştürme, yeniden üretim, yeniden işleme vb. adımlar, sürdürülebilir üretim operasyonlarını kavramsallaştırmak için bu yaklaşımlara daha fazla avantaj sağlar (Javaid vd., 2022).

2. Orman Ürünleri Sektöründe Yeşil Üretim ve Uygulamaları

Sanayileşmeden önce, orman ürünleri sektörü, özellikle ormansızlaşma ve verimsiz üretim süreçleri nedeniyle çevre kirliliğine önemli ölçüde katkıda bulunuyordu. Ancak, teknoloji ve sürdürülebilir uygulamalardaki gelişmeler, sektörün çevresel etkisini azaltmaya yardımcı olmuştur. Belirli endüstriler gibi orman ürünleri endüstrisi de son on yılda sürdürülebilir yaklaşımlar geliştirmiştir (Sheppard vd., 2020). Bu yaklaşımların gelişiminde müşterilerin çevre dostu orman ürünlerini daha fazla satın alma eğiliminde olması (Majeed vd., 2022) ve sürdürülebilir üretim işletmelerine daha fazla güvenmesi de etkili olmuştur (Waheed vd., 2020). Ancak çevre standartlarının iyileştirilmesi konusuyla orman ürünleri sektörünün başlangıç aşamasında oldukları söylenebilir (de Souzaa ve diğerleri, 2019).

İşletmeler, ürünlerinin kullanım ömrü sonu yönetimi dahil olmak üzere tüm yaşam döngüsünden sorumludur. Bu durum "Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu" olarak tanımlanmaktadır. Sorumlu işletmeler, kolayca onarılabilen, yeniden kullanılabilen ve geri dönüştürülebilir ürünler tasarlamalıdır. Kanada, Nova Scotia'da faaliyet gösteren basılı kağıt ve ambalaj işletmelerinin yalnızca %8,3'ünün eyaletin önerdiği programda sorumlu üretici olabileceği bildirilmiştir (Diggle vd., 2023).

Orman ürünleri sektöründe yeşil üretim uygulamaları aşağıda gruplandırılarak açıklanmaya ve tartışılmaya çalışılmıştır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2.1. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri

Orman ürünlerinin üretiminin sürdürülebilir olması için endüstrinin çevreye duyarlı olması gerektiğini göstermektedir (Tuppura vd., 2013). Yeniden ormanlandırma ve seçici ağaç kesimi gibi sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarını teşvik edilmesi ile ormanların yok edilmesini en aza indirilebilir (Mishra ve Agarwal, 2024). Orman sağlığını, ormansızlaşmayı ve yasadışı ağaç kesimini izlemek için uydu görüntülerini kullanmaya dayanan uzaktan izleme sistemleri kurulmalıdır (Gao et al, 2020).

Orman ürünleri sektörlerinde tüm tedarik zincirinin dairesel ekonomi ilkeleriyle uyumlu olmasını sağlanmalıdır. Kereste ve diğer ürünlerin hareketini izlemek için GPS teknolojisini kullanma, bunların sürdürülebilir kaynaklardan temin edildiğinden emin olunmasını sağlar (Elias, 2024). Ormanın kökenini ve onu izlemek için blockchain kullanma, sürdürülebilirliği ve şeffaflığı destekler (Cueva-Sánchez vd., 2020). Bulut teknolojisi sayesinde kereste fabrikaları ve tedarikçileri anında iletişim kurabilmekte ve değişen pazar koşullarına hızlıca adapte olabilmektedir (Kaiser, 2005). Kereste hasadında azaltılmış etki günlüğü teknolojilerinin kullanılması, kereste kullanımının ekolojik ve çevresel etkilerini büyük ölçüde azaltacağı ve ormanların gelecekte daha fazla üretkenliği sağlayacağı bildirilmiştir (Olajide ve Etigale, 2022). Tedarikçilerin de sürdürülebilirlik standartlarına uygun olmasına dikkat edilmelidir (Sharma ve Henriques, 2005).

2.2. Malzeme Tüketimi

Orman ürünleri üretiminde çevre dostu kimyasalların ve teknolojilerin kullanılması emisyonları ve atıkları azaltabilir (Braghiroli ve Passarini, 2020). Otomasyon sistemleri ve üretim teknolojilerindeki son gelişmeler, geleneksel kereste fabrikalarına verimliliklerini artırmak için otomatik üretim tesislerine dönüştürülmeleri için benzeri görülmemiş bir fırsat sunmaktadır. Üretim süreçlerinde verimliliği artırmak atıkları azaltmayı ve kaynak kullanımını optimize edilmesini sağlar (Hosseini ve Peer, 2022). Dairesel ekonomi, malzemeleri, enerjiyi ve atıkları azaltma, yeniden kullanma ve geri dönüştürme ilkeleriyle yönlendirilen sürdürülebilir bir kalkınma stratejisidir. Orman ürünü atıklarının geri dönüşümünü ve yeniden kullanımını teşvik edilmesi ile dairesel ekonomi teşvik edilmektedir (Gagnon vd., 2022). Yazılım orman ekolojik ürünleri endüstrisi için yeşil bir gösterge paneli sağlayabilir. Veriler, su, enerji kullanımı veya karbon emisyonlarını izlemek için kullanılabilir (Wang ve Tian, 2023). Bununla birlikte Büyük Veri'nin toplanması ve kullanılması, orman ürünleri üreticilerin üretim ve hizmet sunumunu etkinleştirmiş ve ürünlerin kullanım ömrüne ilişkin anlayışları artırmıştır (Molinara ve Orzes, 2022; Rossit vd., 2019). Barata ve diğerleri (2016) Brezilya'da mobilya işletmelerinin üretim sürecindeki hammadde kaybı ve atık oluşumunun düzeyini analiz etmiştir. Wieruszewski ve diğerleri (2023) optimizasyonun kereste işleme sürecinde maliyet etkinliklerini etkileyen belirleyici unsurlar olduğunu göstermiştir. Bir kontrplak firmasında malzeme tüketim verimliliğin yaklaşık %59,3 ile çevresel boyut performansı açısından düşük olduğu bulunmuştur (Atoillah ve Hartini, 2021).

2.3. Ürünlerin Yeniden Kullanımı

Kereste fabrikalarından, mobilya imalatından ve diğer kaynaklardan gelen odun atıklarının geri dönüşümü ve yeni kağıt ürünleri üretmek için kağıt ve kartonun geri dönüştürülmesi malzeme

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ve maliyet etkinliğine katkı sağlamaktadır. Kereste üretim işletmelerinin %80'i odun atığı yönetimi hakkında bir fikre sahip olduklarını ancak atığı yönetmek için teknik bilgiye sahip olmadıklarını belirtmiştir (Asamoah vd., 2020). Yanı sıra, odun dışı biyomalzemelerin sürdürülebilir yönetimi için yenilikçi uygulamalar da sunulmaktadır. Yapraklar, gövdeler, kökler, meyveler ve bitki artıkları gibi odun dışındaki çeşitli bitki parçaları sürdürülebilirlik ve düşük çevresel etki açısından çeşitli avantajlar sunmaktadır (Miassi ve Dossa, 2024). Ayrıca biyolojik olarak parçalanabilir veya geri dönüştürülebilir paketleme malzemelerinin kullanılması büyük bir potansiyele sahiptir. Baltık Denizi bölgesinden gelen bitki kökenli hammaddelerin odun dışı elyaf ve biyo-kökenli plastik gıda ambalajı üretiminde kullanılma potansiyeli olduğu belirtilmektedir (Markevičiūtė ve Varžinskas, 2022).

2.4. Enerji Tasarrufu

Orman ürünleri üretim süreçlerinde enerji verimliliği ve çevresel etkisi giderek daha fazla incelenir hale gelmiştir (Rawat ve Tekleyohannes, 2021; Palander vd., 2021). Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş ve fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması, orman ürünleri sektörünün karbon ayak izini önemli ölçüde azaltabilir (Raihan ve Tuspekova, 2022). Ekipman verimliliğini artırma, üretim süreçlerini optimize etme ve atık ısıyı azaltma gibi enerji tasarrufu sağlayan teknolojiler ve uygulamalar gerçekleştirilebilir (Haddouche ve Ilinca, 2022). Tedarik zincirlerini optimize ederek ve daha verimli ulaşım yöntemleri kullanarak yüksek karbonlu ulaşıma olan ihtiyaç azaltılabilir (Lei, 2024). Orman ürünleri işletmeleri biyokütle (odun atığı, orman kalıntıları), güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir kaynaklardan güç, ısı veya yakıt üretmek için tesislerindeki teknolojileri ve teknikleri artırılabilir.

2.5. İşletmenin Pazarlanabilirliğini Artırmak

Gerçekten sürdürülebilir üretim yöntemleri, çevresel etki değerlendirmelerinin ötesine geçer ve tüketici ürünleri üretmek için durmaksızın çalışan insanların çalışma koşullarını ve yaşam tarzlarını inceler (Mao and Wang, 2019).

Tüketicilerin adil çalışma ve çevresel sorunlar konusunda artan farkındalığı, sürdürülebilirliğe ve etik kaynak kullanımına öncelik veren yeni satın alma modellerine yol açmıştır. Daha yüksek ve daha iyi kullanımlar için tasarlanan orman ürünlerinin döngüsel biyoekonomi kapsamında artan çevresel faydalara yol açacağına dair kamu bilincini artmaktadır (Baldwin, 2020). İşletmeler sürdürülebilirlik ve etik uygulamalarla ilgili çeşitli harici standartlara ve sertifikalara uymalıdır (Hyytiä, 2022). Ayrıca, çalışanlara sürdürülebilir ormancılık uygulamaları, toprak ve su koruma ve biyolojik çeşitliliği koruma gibi doğal kaynak koruma yöntemlerini uygulamalarına katılımlarını sağlamak için eğitimler düzenlenmelidir. Sektördeki tüm paydaşların işbirliğiyle sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak daha kolay olacaktır.

SONUÇLAR

Sürdürülebilir üretim, orman ürünleri sektörünün uzun vadeli sürdürülebilirliği için olmazsa olmazdır. Orman ürünleri sektörü, artan çevresel bilinç ve tüketici talepleri doğrultusunda yeşil üretim uygulamalarına yöneliyor. Sürdürülebilir tedarik zincirleri, malzeme tüketiminin azaltılması, ürünlerin yeniden kullanımı, enerji tasarrufu ve işletmelerin pazarlanabilirliğini artırmak gibi stratejiler, sektörün çevresel ayak izini önemli ölçüde azaltmayı hedefliyor.

İşletmeler yeşil uygulamaları hayata geçirerek ve dijital teknolojileri benimseyerek daha sürdürülebilir ve dayanıklı bir gelecek yaratabilirler.

KAYNAKÇA

Asamoah, O., Kuittinen, S., Abrefa Danquah, J., Quartey, E. T., Bamwesigye, D., Mario Boateng, C., & Pappinen, A. (2020). Assessing wood waste by timber industry as a contributing factor to deforestation in Ghana. *Forests*, *11*(9), 939.

Atoillah, F. & Hartini, S. (2021) Design of sustainable value stream mapping to improve the sustainability indicator: case in MDF Company, *Journal of Physics: Conference Series, 1858*, 012025.

Baldwin, R. F. (2020). Forest products utilization within a circular bioeconomy. *Forest Products Journal, 70*(1), 4-9.

Barata, T. Q. F., Rodrigues, O. V., Matos, B. M. & Pinto, R. S. (2016). Furniture design using MDF boards applying concepts of sustainability. *Product: Management & Development 14*(1), 68-83.

Barzegar, M., Ehtesham Rasi, R., & Niknamfar, A.H. (2018). Analyzing the drivers of green manufacturing using an analytic network process method: A case study. *International Journal of Research in Industrial Engineering*, *7*(1), 61-83.

Bhattacharya, A., Dey, P. K., & Ho, W. (2015). Green manufacturing supply chain design and operations decision support. *International Journal of Production Research*, *53*(21), 6339-6343.

Braghiroli, F. L., & Passarini, L. (2020). Valorization of biomass residues from forest operations and wood manufacturing presents a wide range of sustainable and innovative possibilities. *Current Forestry Reports*, *6*, 172-183.

Cueva-Sánchez, J. J., Coyco-Ordemar, A. J., & Ugarte, W. (2020, October). A blockchain-based technological solution to ensure data transparency of the wood supply chain. In 2020 IEEE ANDESCON (pp. 1-6). IEEE.

de Souza, C. C., Alves, L. L., & Romeiro Filho, E. (2019). Sustainability and cleaner production principles in micro furniture companies: two Brazilian cases. *Product: Management and Development, 17*(1), 52-58.

Diggle, A., Walker, T. R., & Adams, M. (2023). Examining potential business impacts from the implementation of an extended producer responsibility program for printed paper and packaging waste in Nova Scotia, Canada. *Circular Economy, 2*(2), 100039.

Elias, M. (2024). Timber Traceability and Sustainable Transportation Management: A Review of Technologies and Procedures. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II: Forestry• Wood Industry• Agricultural Food Engineering*, 11-52.

Gagnon, B., Tanguay, X., Amor, B., & Imbrogno, A. F. (2022). Forest products and circular economy strategies: a Canadian perspective. *Energies*, *15*(3), 673.

Gao, Y., Skutsch, M., Paneque-Gálvez, J., & Ghilardi, A. (2020). Remote sensing of forest degradation: a review. *Environmental Research Letters*, *15*(10), 103001.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Haddouche, M., & Ilinca, A. (2022). Energy efficiency and industry 4.0 in wood industry: A review and comparison to other industries. *Energies, 15*(7), 2384.

Haleem, A., Javaid, M., Singh, R. P., & Suman, R. (2021). Significant roles of 4D printing using smart materials in the field of manufacturing. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, *4*(4), 301-311.

Hosseini, S. M., & Peer, A. (2022). Wood products manufacturing optimization: A survey. *IEEE Access*, *10*, 121653-121683.

Hyytiä, A. (2022). Sustainable development—International framework—Overview and analysis in the context of forests and forest products—Competitiveness and policy. *Forest Products Journal, 72*(s1), 1-4.

Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Suman, R., & Rab, S. (2021). Role of additive manufacturing applications towards environmental sustainability. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, *4*(4), 312-322.

Kaiser, B. (2005). Vom Push zum Pull–Der Perspektivewechsel in der Wertschöpfungskette von Forst-und Holzwirtschaft| From push to pull: a shift in the perspective of the value chain of forestry and wood management. *Schweizerische Zeitschrift fur Forstwesen, 156*(8), 269-273.

Lei, J. (2024). Efficient Strategies on Supply Chain Network Optimization for Industrial Carbon Emission Reduction. *arXiv preprint arXiv:2404.16863*

Leong, W. D., Lam, H. L., Ng, W. P. Q., Lim, C. H., Tan, C. P., & Ponnambalam, S. G. (2019). Lean and green manufacturing—a review on its applications and impacts. *Process İntegration and Optimization for Sustainability*, *3*, 5-23.

Majeed, M. U., Aslam, S., Murtaza, S. A., Attila, S., & Molnár, E. (2022). Green marketing approaches and their impact on green purchase intentions: Mediating role of green brand image and consumer beliefs towards the environment. *Sustainability, 14*(18), 11703.

Mao, Y., & Wang, J. (2019). Is green manufacturing expensive? Empirical evidence from China. *International Journal of Production Research*, *57*(23), 7235-7247.

Markevičiūtė, Z., & Varžinskas, V. (2022). Plant-origin feedstock applications in fully green food packaging: the potential for tree-free paper and plant-origin bio-plastics in the Baltic sea region. *Sustainability*, *14*(12), 7393.

Maruthi, G. D., & Rashmi, R. (2015). Green Manufacturing: It's Tools and Techniques that can be implemented in Manufacturing Sectors. *Materials Today: Proceedings*, *2*(4-5), 3350-3355.

Miassi, Y. E., & Dossa, K. F. (2024). Circular economy initiatives for forest-based bioeconomy: Harnessing the potential of non-wood biomaterials. *Waste Management Bulletin. 2*, 270-278.

Mishra, R. K., & Agarwal, R. (2024). Sustainable forest land management to restore degraded lands. In Sustainable Forest Management - Surpassing Climate Change and Land Degradation. Publisher: IntechOpen Limited, 167-169 Great Portland Street, London, W1W 5PF, United Kingdom.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Molinaro, M., & Orzes, G. (2022). From forest to finished products: The contribution of Industry 4.0 technologies to the wood sector. *Computers in Industry, 138*, 103637.

Olajide, O., & Etigale, E. B. (2022). Forestry actions and technologies for enhancing climate change mitigation and environmental sustainability in Nigeria. *CEDTECH International Journal of Agriculture Research & Life Science, 3*(4), 9-18.

Palander, T., Haavikko, H., Kortelainen, E., & Kärhä, K. (2020). Comparison of energy efficiency indicators of road transportation for modeling environmental sustainability in "green" circular industry. *Sustainability, 12*(7), 2740.

Paul, I. D., Bhole, G. P., & Chaudhari, J. R. (2014). A review on green manufacturing: it's important, methodology and its application. *Procedia materials science*, *6*, 1644-1649.

Raihan, A., & Tuspekova, A. (2022). Toward a sustainable environment: Nexus between economic growth, renewable energy use, forested area, and carbon emissions in Malaysia. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, *15*, 200096.

Rawat, Y. S., & Tekleyohannes, A. T. (2021). Sustainable forest management and forest products industry development in Ethiopia. *International Forestry Review, 23*(2), 197-218.

Rossit, D. A., Olivera, A., Céspedes, V. V., & Broz, D. (2019). A Big Data approach to forestry harvesting productivity. *Computers and Electronics in Agriculture, 161*, 29-52.

Salvador, R., Piekarski, C. M., & Francisco, A. C. D. (2017). Approach of the two-way influence between lean and green manufacturing and its connection to related organisational areas. *International Journal of Production Management and Engineering*, *5*(2), 73-83.

Seth, D., Rehman, M. A. A., & Shrivastava, R. L. (2018). Green manufacturing drivers and their relationships for small and medium (SME) and large industries. *Journal of Cleaner Production*, *198*, 1381-1405.

Sharma, S., & Henriques, I. (2005). Stakeholder influences on sustainability practices in the Canadian forest products industry. *Strategic management journal, 26*(2), 159-180.

Sheppard, J. P., Chamberlain, J., Agúndez, D., Bhattacharya, P., Chirwa, P. W., Gontcharov, A., ... & Mutke, S. (2020). Sustainable forest management beyond the timber-oriented status quo: transitioning to co-production of timber and non-wood forest products—a global perspective. *Current Forestry Reports*, *6*(1), 26-40.

Tuppura, A., Toppinen, A., & Jantunen, A. (2013). Proactiveness and corporate social performance in the global forest industry. *International Forestry Review, 15*(1), 112-121.

Waheed, A., Zhang, Q., Rashid, Y., Tahir, M. S., & Zafar, M. W. (2020). Impact of green manufacturing on consumer ecological behavior: Stakeholder engagement through green production and innovation. *Sustainable Development*, *28*(5), 1395-1403.

Wang, J., & Tian, G. (2023). Sustainability of Forest Eco-Products: Comprehensive Analysis and Future Research Directions. *Forests, 14*(10), 2008.

Wieruszewski, M., Turbański, W., Mydlarz, K., & Sydor, M. (2023). Economic efficiency of pine wood processing in furniture production. *Forests, 14*, 688.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

DETECTION OF DEFORESTATION IN THE BLACK SEA REGION BETWEEN THE YEARS 2020-2021 USING SENTINEL-2A SATELLITE IMAGERY AND MACHINE LEARNING (ML)

Research Assistant Dr., Tunahan ÇINAR
Düzce University,
tunahancinar@duzce.edu.tr - 0000-0002-6473-0884

Associate Professor Dr., Yılmaz TÜRK
Düzce University,
yilmazturk@duzce.edu.tr - 0000-0002-6473-0884

ABSTRACT

Forests provide ecological and economic benefits to living beings. With the decrease in forests that have ecological and economic value, the habitats of the organisms within forest ecosystems are being destroyed, leading to a disruption of ecological balance. The reduction of forests occurs due to silvicultural interventions, biotic and abiotic damages. Detecting these changes is achieved through in-situ measurements and remote sensing data, such as satellite images. In-situ measurement comes with disadvantages due to being time-consuming; however, satellite images allow for the identification of many areas, enabling reforestation efforts. In this study, deforested areas in the Black Sea Region (Türkiye) were identified using Sentinel-2A satellite images between 2020 and 2021. The choice of 2020 and 2021 is due to the update of management data by the General Directorate of Forestry (GDF) in 2020. A training dataset produced from the updated management data was classified using the Sentinel-2A satellite image on the Google Earth Engine platform (GEEp) with the JAVA programming language. The Random Forest (RF) method was employed for the classification of the Sentinel-2A satellite image, which was evaluated using overall accuracy and Kappa statistics. The Kappa statistic of the classification result for 2020 was 0.91 and the overall accuracy was 94%, while in 2021, the Kappa statistic for the classified Sentinel-2A satellite image was 0.88, with an overall accuracy of 90%. It was determined that there was a total of 5,393,048 hectares of forest area in the Black Sea Region in 2020. In 2021, it was found that 81,444 hectares of forest area had been lost in the Black Sea Region. According to the GDF database, it was reported that there were 5,593,342 hectares of forest area in the Black Sea Region in 2020. In this study, only 294 hectares from the Sentinel-2A satellite image in 2020 could not be detected and it was determined that the undetected areas were those classified as degraded forests. With the algorithm developed in GEEp, deforested areas can be identified and this algorithm can be applied to other regions as well. This study validates the usability of the algorithm and provides guidance for future deforestation studies.

Keywords: Google Earth Engine, Remote sensing, forest detection, deforestation algorithm.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

INTRODUCTION

Forests play many important roles in human lives (Lee et al., 2020). Forests store carbon in the soil and convert it into oxygen, making significant contributions to human life (Banskota et al., 2014). Additionally, forests provide opportunities for social activities by maintaining temperature balance (Yang et al., 2016; He et al., 2019). Forests are a source of raw materials for timber production, protect river ecosystems, prevent erosion and play crucial roles in combating climate change (Banskota et al., 2014). Annually, forests increase water security by approximately 139,000 gallons of rainwater. Furthermore, they reduce global air conditioning costs economically by 56% (Yang et al., 2016). In addition, non-timber forest products like mushrooms and honey provide an economic gain of approximately $149 per hectare. In South Korea, where the importance of forests is studied, they offer significant protection opportunities such as watershed protection, wildlife conservation, soil runoff prevention and landslide prevention (Kim et al., 2012).

Despite providing such benefits, forests often suffer from large-scale deforestation caused by human activities. When deforestation occurs, ecosystems are disrupted, leading to many unforeseen damages (Kuvan, 2010; Hosonuma et al., 2012). Experts examine the deforestation to identify its negative aspects in terms of forest cover (Fuller, 2006). The detection of deforestation across the entire forest area is conducted through in-situ measurements. However, these field studies are challenging and require economic resources. Therefore, detecting deforestation using remote sensing data is efficient in terms of both time and cost (Bigdeli et al., 2015). For example, forest changes between 1986 and 1991 in Costa Rica were detected using Landsat-5, with an area of 2,250 km² reported to have been damaged (Sánchez-Azofeifa et al., 2001). In a study conducted in southern Cameroon, it was noted that deforestation increased after 1986, with the cause attributed to the economic crisis (Mertens et al., 2000). In many studies examining deforestation (Frohn et al., 1996; McCracken et al., 1999; Chowdhury, 2006) remote sensing data has been used.

In the early 2000s, deforestation began to be studied in more detail through the classification of remote sensing data (Achard and Estreguil, 1995). From 2010 onwards, classification processes have been carried out using methods like machine learning (ML), a subfield of artificial intelligence (AI) (Lary et al., 2016). Among the ML methods are classification and regression trees, decision trees, support vector machines, artificial neural networks and random forest (RF) algorithms (Carreiras et al., 2006; Papa et al. 2012; Li et al., 2013) To use these methods, it is essential to create accurate training data. By classifying remote sensing data with the created training data, findings related to specific areas are identified (LeCun et al., 2015).

In this study, areas of deforestation in the Black Sea Region between 2020 and 2021 were identified using Sentinel-2A satellite imagery. The reason for choosing the years 2020 and 2021 is the update of management data by the General Directorate of Forestry (GDF) in 2020. The Sentinel-2A satellite image was classified on the Google Earth Engine platform (GEEp) using the JAVA programming language, utilizing a training dataset produced from the updated management data. The RF method was used for the classification of the Sentinel-2A satellite image and it was evaluated with Overall Accuracy and Kappa Statistics. This study, conducted using the JAVA programming language on the GEE platform, can potentially detect deforested areas worldwide, provided accurate training data is available.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Material

2.1. 1.Study Area

The study was conducted in the Black Sea Region, which has the largest forested area in Türkiye. According to the Türkiye Forest Assets research prepared by the GDF, the Black Sea Region has a total of 5,593,342 hectares of forested area, which corresponds to 24.4% of the forested areas in Türkiye. Geographically, the Black Sea Region is located between the 40°-42° northern latitudes and 30°-42.5° eastern longitudes within the borders of Türkiye. The region covers 18% of Türkiye's land area and, with its 1000 km extension, is the longest region in the west-east direction. Due to the mountains running parallel to the coast and the limited indentations and protrusions along the coast, different climate characteristics are observed in the Black Sea Region (Turak et al., 2011). Data obtained from meteorological stations in the Black Sea Region indicate that the location receiving the least rainfall is Osmancık (423 mm), while the location receiving the most rainfall is Hopa (2330 mm). The lowest temperature in the region is in Bayburt (7.23 °C) and the highest is in Trabzon (15.01 °C) (Kır et al., 2023). The location map of the study area was provided in Figure 1.

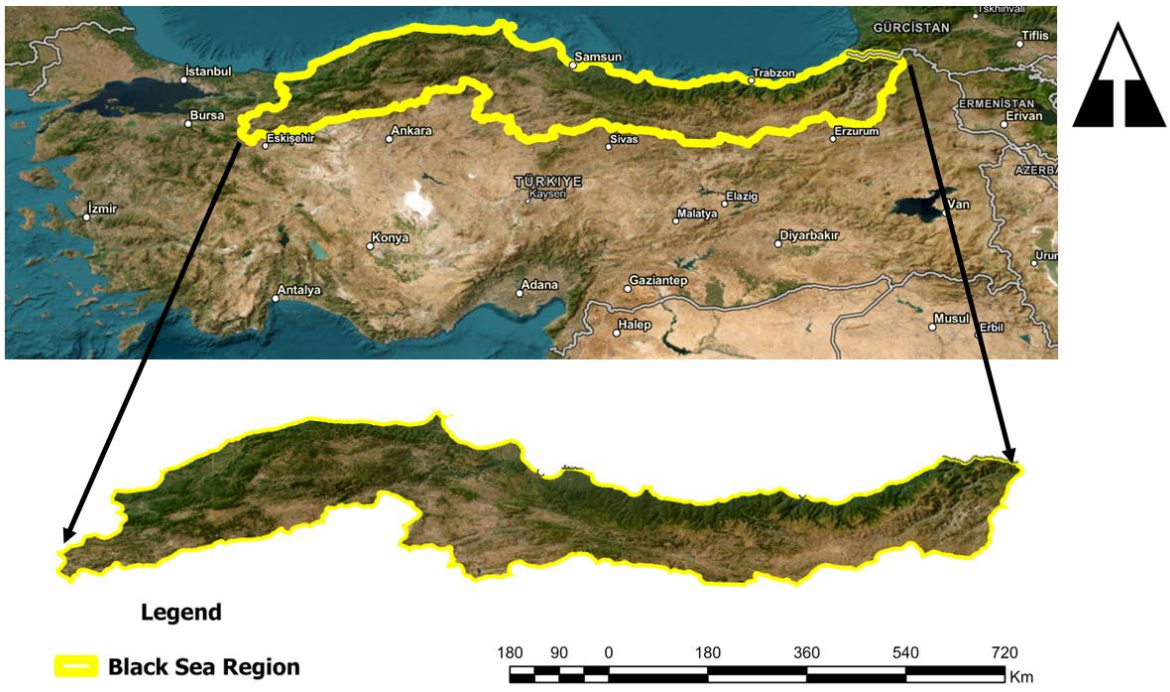


Figure 1. Location map of the study area

2.2. Methods

In this study, deforested areas in the Black Sea Region between the years 2020-2021 were identified using Sentinel-2A satellite imagery. To detect the deforested areas, Sentinel-2A satellite images were on the GEEp. The training dataset create of the Sentinel-2A dataset was generated from the GDF management plan updated in 2020. The generated dataset was uploaded to GEEp in CSV format and classification using the RF. The results were analyzed using Kappa and overall accuracy assessment. The workflow of the study is provided in Figure 2.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

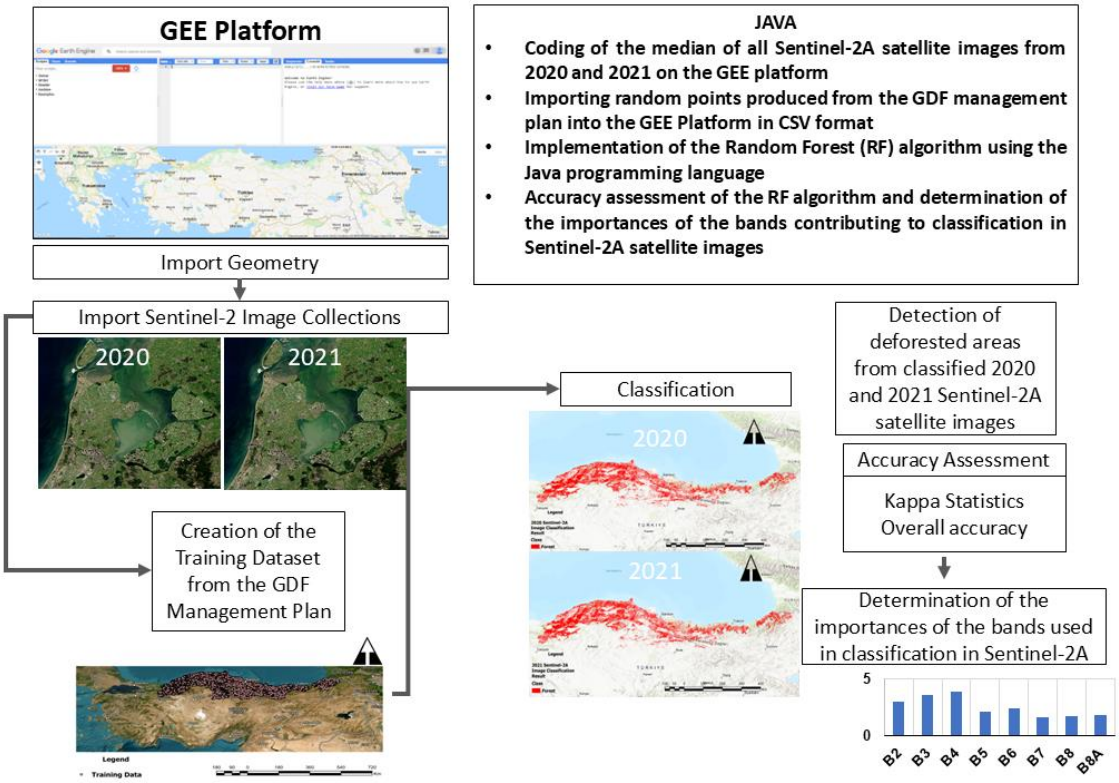


Figure 2. Workflow diagram of the study

2.2.1. Data used

In this study, Sentinel-2A satellite imagery was used. The Sentinel-2 satellite was launched on June 23, 2015. The Sentinel-2A satellite has 13 different spectral Result. It has a swath width of 290 km and a temporal resolution of 5 days. The band information Results Sentinel-2A satellite is provided in Table 1.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Table 1. Band information of Sentinel-2A (MSI) satellite images

Bands	Wave length (µm)	Resolution (m)	Bands	Wave length (µm)	Resolution (m)
Coastal Aerosol (B1)	0.443	60	**Vegetation Red Edge (B8)**	0.783	20
Blue (B2)	0.490	10	**Near Infrared (B8A)**	0.842	10
Green (B3)	0.560	10	**Near Infrared (B9)**	0.865	20
Red (B4)	0.665	10	**Water Vapour (B10)**	0.945	60
Vegetation Red Edge (B5)	0.705	20	**Cirrus (B11)**	1.375	60
Vegetation Red Edge (B6)	0.740	20	**Short Wave Infrared (B12)**	1.610	20
Short Wave Infrared (B7)	2.190	20			

To identify forest areas in the Black Sea Region from Sentinel-2A satellite imagery, training data were generated from the 2020 GDF management database. To produce the training data, forest areas in the GDF management database were recorded in .shp data format. The 'create random points' tool in ArcGIS Pro was used on the .shp data format forest areas. Latitude and longitude data in the WGS84 coordinate system were generated Results database produced with the 'create random points' tool using the 'add XY' tool. The generated coordinate-based training data were saved in .csv format and uploaded to the GEE platform. Using the generated training data, Sentinel-2A satellite images with the median taken Results years 2020 and 2021 were classify using the RF method. For training the 2021 Sentinel-2A satellite imagery, the generated training dataset contained fewer random points and each data point was evaluated based on the satellite imagery. In 2020, there were a total of 8,624 training data points, while in 2021, there were 5,169 training data points. This approach allowed Results identification of deforested areas in 2021 from Sentinel-2A satellite imagery. The training datasets used Results Black Sea Region were provided in Figure 3 and Figure 4.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

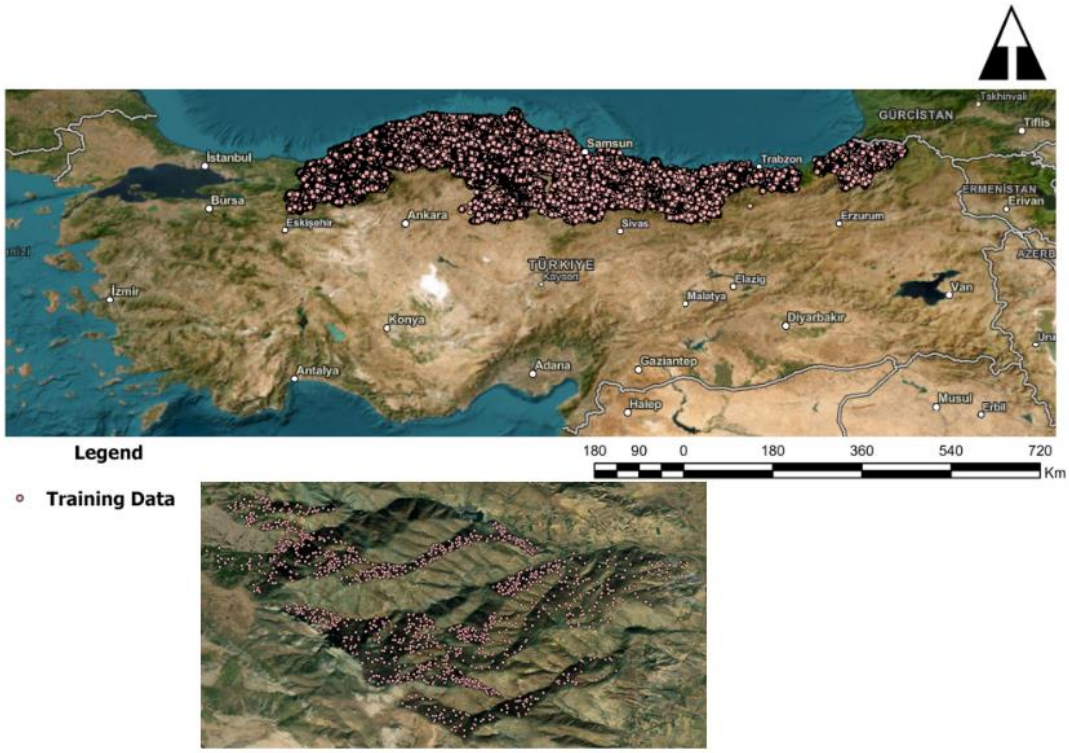


Figure 3. The training dataset used classification of the 2020 Sentinel-2A satellite imagery

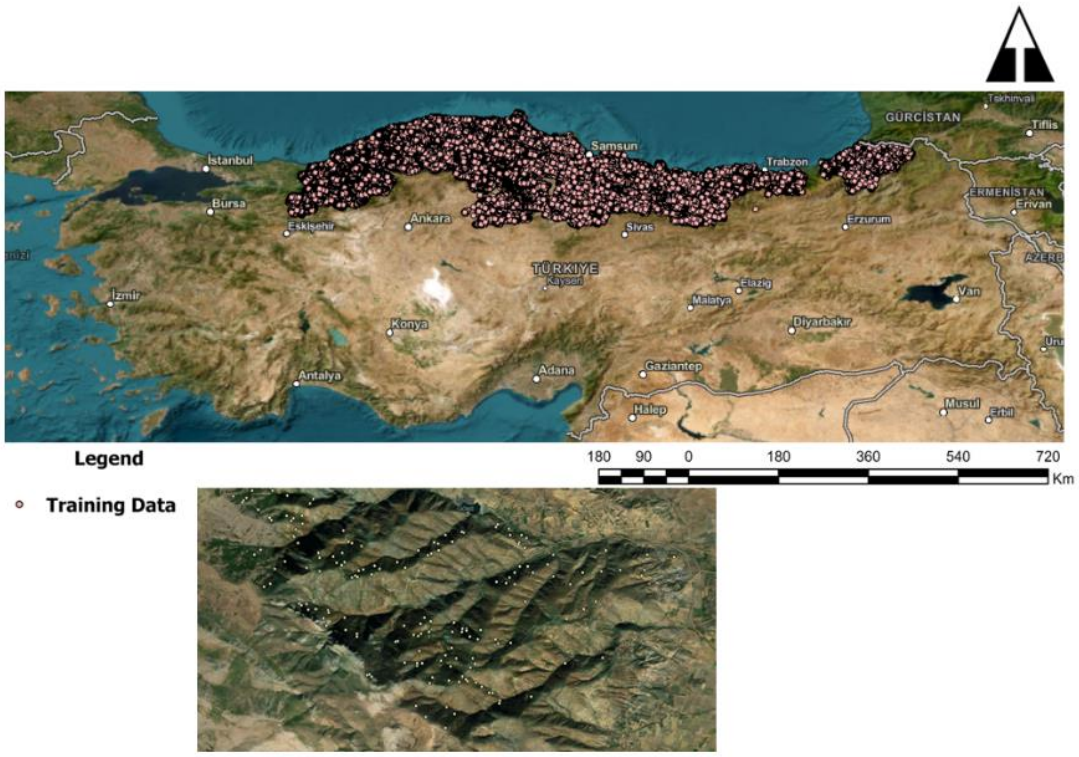


Figure 4. The training dataset used classification of the 2021 Sentinel-2A satellite imagery

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2.2.2. Random Forest Classification and Accuracy Assessment

The RF method is a popular technique in machine learning. By leveraging machine learning, it can categorize data into specific Results within a database. RF effectively applies these classifications and evaluates their performance. A key component of RF is the training data; it builds decision trees based on this data to achieve the best Results. During the tree creation process, the RF generates random trees and differentiates them using the Gini index criterion, which helps to ensure the most accurate outcomes for users. This random selection mitigates the risk of overfitting and fosters diversity among the trees, ultimately enhancing the Results performance of the random forest model. By aggregating the outputs from multiple trees, RF produces robust predictions with improved and generalization capabilities (Breiman, 1996).

In RF, the parameter "mtry" refers to the number of randomly selected features (or predictor variables) considered at each split result the construction of decision trees in the ensemble. This parameter plays a critical role in determining the subset of features evaluated at each decision point (Genuer et al., 2008). A smaller "mtry" value increases randomness by using fewer features at each split, leading to greater diversity among the trees. Consequently, the performance of the RF model was evaluated using a cross-validation dataset with various "mtry" values, ultimately identifying an optimal value of "5" for achieving the best Results.

The Gini index is a metric used to assess the effectiveness of splits within a decision tree. According to Breiman (1996), it quantifies the probability of incorrectly classifying a randomly chosen element from a set if the labelling were done randomly. This assessment is based on the distribution of labels within the subset. The Gini index value can be calculated using the formula (1):

$$\sum \sum_{j \neq i} (f(K_i, M)/|M|)(f(K_j, M)/|M|) \quad (1)$$

The probability that a selected instance belongs to class K_i is given by $f(K_i, M)/|M|$, while the probability of belonging to class Kj is expressed as $f(K_j, M)/|M|$. As a result, selected instances may include members from multiple Results (Pal, 2005). For assessment, Kappa analysis a widely used method (Jensen et al., 1995; Foody, 2020) was employed. This statistical technique evaluates the level of agreement between datasets and quantifies using the Kappa statistic (Congalton, 1991; Rwanga and Ndambuki, 2017). The Kappa formula (2) is utilized analysis:

$$Kappa = (Po - Pe) / (1 - Pe) \quad (2)$$

The observed agreement (Po) is calculated by dividing the total number of observations by the number of observed agreements, while the expected probability of coincidence (Pe) is also determined. Kappa values can range from -1 to 1, each with specific implications:

- A kappa value of -1 indicates perfect disagreement, suggesting a complete inversion in ratings.

- A kappa value of 0 suggests that agreement is purely coincidental, reflecting what one would expect by chance alone.

- A kappa value of 1 denotes perfect agreement, indicating complete consistency in evaluations (Gwet, 2002; Sim and Wright, 2005). Another commonly used metric for evaluating the results cation or prediction model is Overall Accuracy. As stated by Alberg et al. (2004) and Sui et al. (2014), this metric is the ratio of correctly samples to the total number of samples in the dataset. The formula for calculating Overall Accuracy is as follows (3):

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Overall Accuracy = (Number of correctly classified samples / Total number of samples) x 100 (3)

Overall Accuracy values range from 0 to 100, where 0 indicates no correct classifications and 100 signifies perfect in all classifications (Mellor et al., 2013).

3.RESULTS

In this study, Sentinel-2A satellite images with the median taken results years 2020 and 2021 were trained and using the generated training dataset. The images in which forested areas were identified results years 2020 and 2021 were provided in Figure 5 (2020) and Figure 6 (2021).

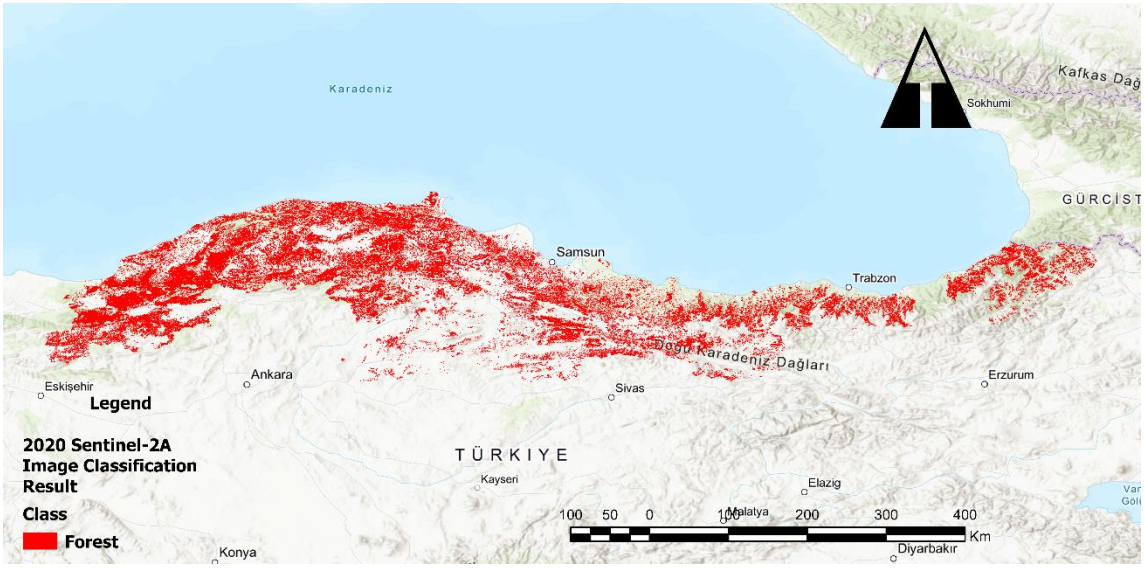


Figure 5. Forested areas identified in the Black Sea Region in 2020 based on the RF classification results.

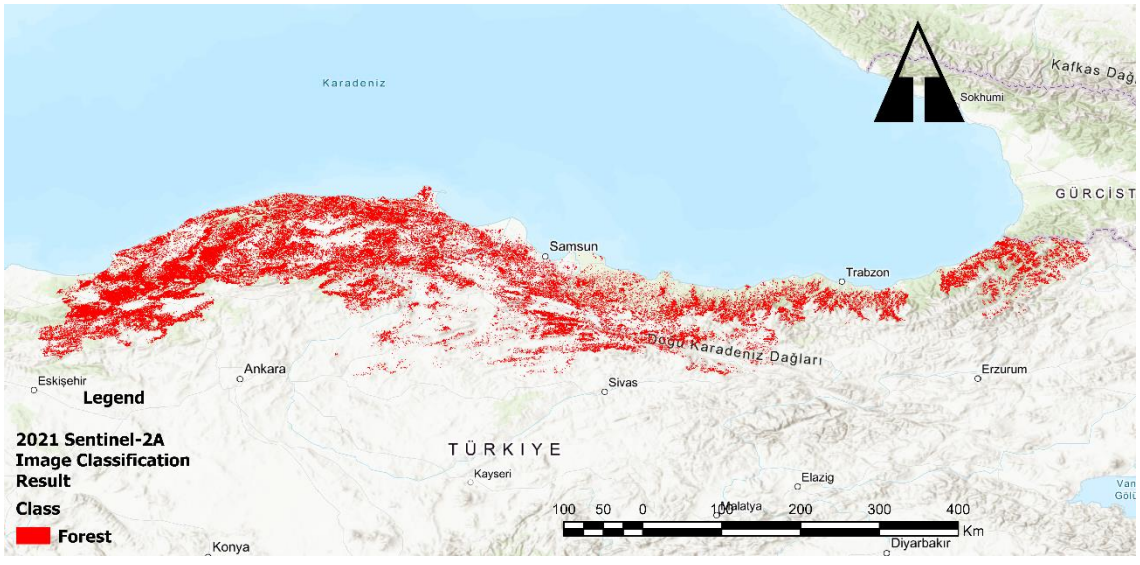


Figure 6. Forested areas identified in the Black Sea Region in 2021 based on the RF classification results

To determine the importance of the bands in the classification of Sentinel-2A satellite images classified by the RF algorithm, a script was written in the code editor on the GEE platform. In this script, the most important Sentinel-2A bands for detecting forested areas were identified.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

The graph related to the band importance of the classified images for the years 2020 and 2021 is provided in Figure 7.

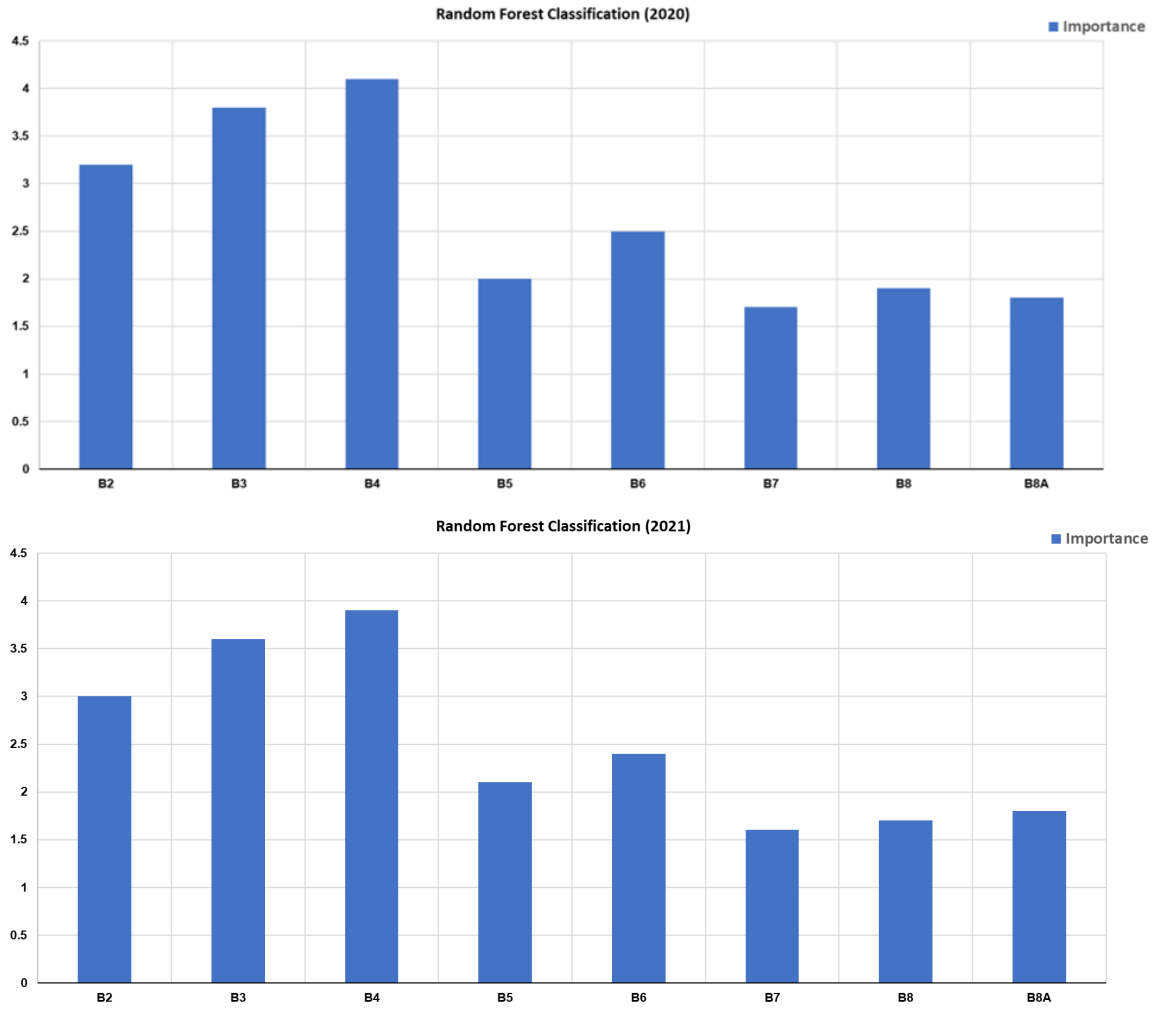


Figure 7. Importance of bands in detecting forest areas in Sentinel-2A satellite images classified by RF

According to the RF classification results, it was determined that the most important band for detecting forest areas in 2020 and 2021 was B4 (Red), with importance coefficients of 4.2 and 3.8, respectively. In both years, B7 (Short Wave Infrared) was also significant in the classification. The importance coefficient of B7 for detecting forest areas was 1.8 in 2020 and 1.6 in the 2021 classification. The classified images from the years 2020 and 2021 have been evaluated using Kappa analysis and Overall Accuracy. For the evaluation of the classified images, 10% of the generated random points were used as the test data set. The results of the Kappa analysis and Overall Accuracy for the classified images was gave in Table 2.

Table 2. RF classification results

2020		2021	
Overall Accuracy (%)	Kappa Coefficient	Overall Accuracy (%)	Kappa Coefficient
94	0.91	90	0.88

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

According to the RF classification analysis results, the highest accuracy is in the year 2020. The reason for the higher accuracy in 2020 is the renewal of the GDF management plan in that year. This allowed forested areas to be identified from Sentinel-2A satellite images. In both years, the reason for some forested areas not being detected is due to the presence of locations classified as degraded forests. Therefore, some forested areas were not detected in both 2020 and 2021. To identify deforested areas from the images obtained as a result of the RF classification, the classified image from 2021 was subtracted from the classified image from 2020. This allowed the identification of deforested areas in the Black Sea Region between the years 2020 and 2021. The classification result identifying deforested areas was provided in Figure 8.

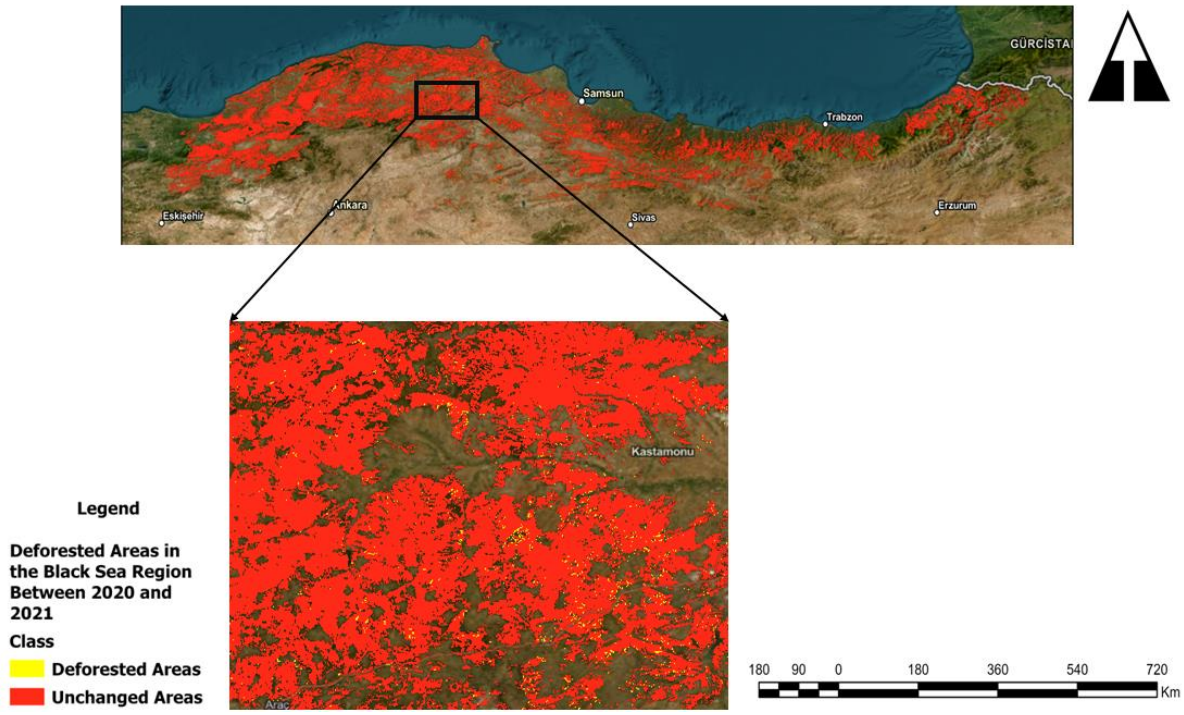


Figure 8. Deforested areas in the Black Sea Region between the years 2020 and 2021

From the classified Sentinel-2A satellite image in 2020, it was determined that there were 5,393,048 hectares of forest area in the Black Sea Region, while the classified image in 2021detected 5,311,604 hectares of forest area. When the 2021 image was subtracted from the 2020 image, it was determined that a total of 81,444 hectares of area had been deforested. Random Sentinel-2A satellite images from the areas where deforestation was identified were downloaded from GEE for verification for 182 different locations. The correct Sentinel-2A satellite images, where deforested areas were identified, were shown in Figure 9, while the incorrect data were given in Figure 10.

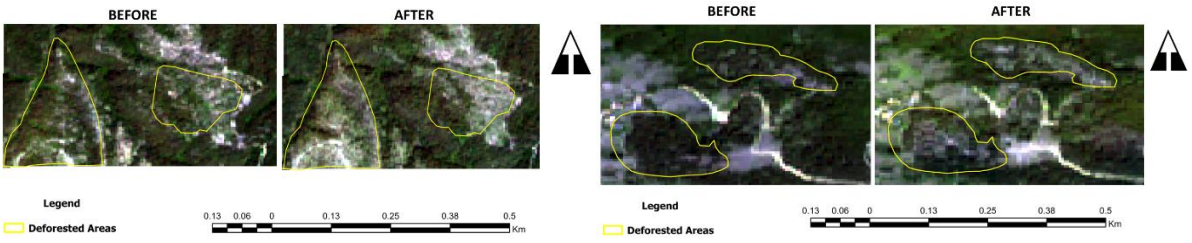


Figure 9. Sample Sentinel-2A images of correctly identified deforested areas by the RF algorithm

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

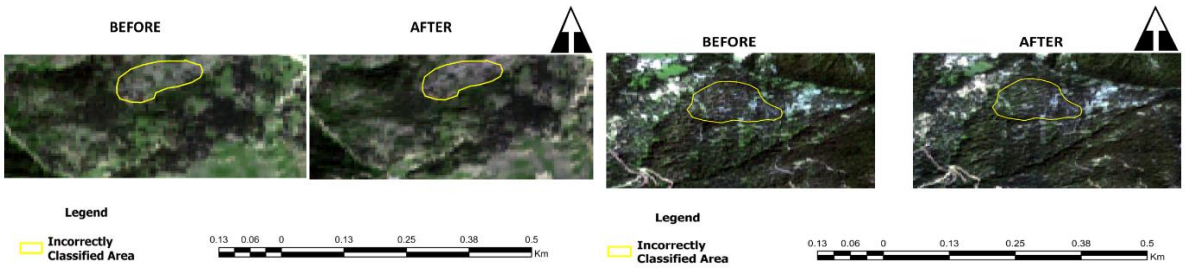


Figure 10. Sample Sentinel-2A images of incorrectly identified deforested areas by the RF algorithm

In this study, to verify the accuracy of deforested areas from Sentinel-2A satellite images, satellite images of 182 random areas were downloaded. Among the downloaded Sentinel-2A satellite images, 171 were identified as correct, while 11 were found to be incorrect. Upon examining the images in the incorrect classification, it was observed that these areas were characterized as degraded forests. Therefore, in the image from the following year, the RF algorithm identified the bare areas as deforested areas.

4.DISCUSSION

In this study, deforested areas between 2020 and 2021 in the Black Sea Region of Türkiye, which has the largest forest area in the country, were detected using Sentinel-2A satellite images. The literature includes studies that utilize Sentinel-2A satellite images for detecting deforested areas (Poortinga et al., 2019; Candra, 2020; Degife et al., 2018; Nguyen et al., 2021; Sanchez et al., 2020; Lobo et al., 2018; Garcia del Real and Alcaraz, 2024). In the conducted studies, Candra (2020), Garcia del Real and Alcaraz (2024) and Lobo et al. (2018) determined the effectiveness of Sentinel-2A images in deforestation detection. In other research, land cover maps were produced and deforested areas were identified. In the studies conducted by Garcia del Real and Alcaraz (2024) and Lobo et al. (2018), deforestation in mining areas was detected; however, this study did not examine any specific deforestation situation. This research analyzed all situations that could lead to deforestation and identified the total deforested areas size in hectares' unit.

The Sentinel-2A satellite images, with their median taken for 2020-2021, were classified using RF and changes were detected in hectare units. In 2020, it was determined that there were 5,593,342 hectares of forest area in the Black Sea Region according to the GDF management plan. According to the RF classification, there were 5,393,048 hectares of forest area in 2020. The Kappa statistic for the RF classification was 0.91, which, according to Cohen's Kappa Statistic scale (Thongley and Vansarochana, 2021), is classified as almost perfect. The classification conducted for 2021 is found to be in the almost perfect category according to Cohen's Kappa Statistic scale (Thongley and Vansarochana, 2021), with 5,311,604 hectares of forest area identified. According to the RF classification results, it was determined that there were 81,444 hectares of deforested area between 2020-2021. In the literature, there are studies that have used remote sensing data to detect deforested areas (Grinand et al., 2013; Fawzi et al., 2018; De Sy et al., 2019; Kumar et al., 2010). Kumar et al. (2010) identified 565.02 hectares of deforestation in India between 1996-2008, De Sy et al. (2019) identified 40.5 million hectares in tropical rainforests between 1990-2000, Fawzi et al. (2018) identified approximately 112 hectares annually in Gunung Palung National Park, West Kalimantan, Indonesia and Grinand et al. (2013) identified 7.7 million hectares between 2000-2010 in Madagascar. In other studies, except for Fawzi et al. (2018), it was determined that millions of hectares of forest were lost annually. In this study, the annual deforested area was 81,444 hectares, which is quite low compared to other studies. Fawzi et al. (2018) identified a deforestation of 112 hectares. The

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

fact that Fawzi et al. (2018)'s study area is in a conservation zone is the most important reason for this. The Black Sea Region's area is 116,169 km² and the deforested area is quite small compared to other studies.

According to the classification results in the Black Sea Region, the importance of the bands in Sentinel-2A satellite images for detecting forested areas is shown in Figure 7. Based on the classification results, the bands with the greatest importance for detecting forested areas were B4 (RED), B3 (GREEN) and B2 (BLUE). There are studies in the literature that identify the importance of Sentinel-2A satellite image bands in detecting forested areas (Caballero et al., 2019; Imran et al., 2020). In Caballero et al. (2019), B2 and B3 were noted for their significance in detecting chlorophyll concentration, while Imran et al. (2020) highlighted the importance of B4 in detecting plant biomass. Therefore, it is quite expected that these bands are important in the RF classification results. The importance of B7 (Short Wave Infrared) in detecting forested areas is lower compared to other bands. This is because B7 is used for detecting drainage (Brimhall et al., 2005; Allred et al., 2018) and soil moisture (Filion et al., 2016). Therefore, the low importance of B7 in detecting forested areas is an expected result.

5. CONCLUSION

In this study, deforested areas between 2020 and 2021 in the Black Sea Region were identified. It was determined that the total deforested area was 81,444 hectares. However, the reasons for the deforestation have not been examined. The deforested areas were detected using Sentinel-2A satellite images and band importances were identified. According to the RF results, the most important bands for detecting forest areas in the Black Sea Region were found to be B4, B3 and B2. It was appropriate to use these bands in Sentinel-2A satellite images for detecting forest areas in the Black Sea Region. For RF classification, training data must be created using verified in-situ measurements or high-resolution remote sensing data. Future studies should focus on identifying and examining the deforested areas and their causes. To determine the reasons for deforestation, deep learning methods should be utilized.

Explanation

We were dedicated this study to Tarkan URAL, a lecturer in the Department of Forest Engineering at Düzce University Faculty of Forestry, who passed away on December 9, 2024, leaving us deeply saddened.

REFERENCES

Achard, F., Estreguil, C. Forest classification of Southeast Asia using NOAA AVHRR data. Remote Sensing of Environment, 54(3), 198-208, 1995.

Allred, B., Eash, N., Freeland, R., Martinez, L., Wishart, D. Effective and efficient agricultural drainage pipe mapping with UAS thermal infrared imagery: A case study. Agricultural Water Management, 197, 132-137, 2018.

Banskota, A., Kayastha, N., Falkowski, M. J., Wulder, M. A., Froese, R. E., White, J. C. Forest monitoring using Landsat time series data: A review. Canadian Journal of Remote Sensing, 40(5), 362-384, 2014.

Bigdeli, B., Samadzadegan, F., Reinartz, P. Fusion of hyperspectral and LIDAR data using decision template-based fuzzy multiple classifier system. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 38, 309-320, 2015.

Breiman, L. Random forests. Machine learning, 45, 5-32, 2001.

Brimhall, G. H., Alpers, C. N., & Swayze, G. A. Characterization of waste rock associated with acid drainage at the Penn Mine, California, by ground-based visible to short-wave

infrared reflectance spectroscopy assisted by digital mapping. Chemical geology, 215(1-4), 453-472, 2005.

Candra, D. S. D*eforestation detection using multitemporal satellite images*. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 500, No. 1, p. 012037). IOP Publishing, 2020.

Chowdhury, R. R. Driving forces of tropical deforestation: The role of remote sensing and spatial models. Singapore Journal of Tropical Geography, 27(1), 82-101, 2006.

Congalton, R. G. Remote sensing and geographic information system data integration: error sources and. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 57(6), 677-687, 1991.

De Sy, V., Herold, M., Achard, F., Avitabile, V., Baccini, A., Carter, S., et al. Tropical deforestation drivers and associated carbon emission factors derived from remote sensing data. Environmental Research Letters, 14(9), 094022, 2019.

Degife, A. W., Zabel, F., Mauser, W. Assessing land use and land cover changes and agricultural farmland expansions in Gambella Region, Ethiopia, using Landsat 5 and Sentinel 2A multispectral data. Heliyon, 4(11), 2018.

Fawzi, N. I., Husna, V. N., Helms, J. A. *Measuring deforestation using remote sensing and its implication for conservation in Gunung Palung National Park, West Kalimantan, Indonesia*. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 149, p. 012038). IOP Publishing, 2018.

Fuller, D. O. Tropical forest monitoring and remote sensing: A new era of transparency in forest governance? Singapore Journal of Tropical Geography, 27(1), 15-29, 2006.

Filion, R., Bernier, M., Paniconi, C., Chokmani, K., Melis, M., Soddu, A. et al. Remote sensing for mapping soil moisture and drainage potential in semi-arid regions: Applications to the Campidano plain of Sardinia, Italy. Science of the Total environment, 543, 862-876, 2016.

Garcia del Real, J., Alcaraz, M. A quick and cost-effective method for monitoring deforestation of oil sands mining activities using Synthetic Aperture Radar and Multispectral real-time satellite data from Sentinel-1 and Sentinel-2. Journal of Sustainable Mining, 23(1), 61-86, 2024.

Gwet, K. Inter-rater reliability: dependency on trait prevalence and marginal homogeneity. Statistical Methods for Inter-Rater Reliability Assessment Series, 2(1), 9, 2002.

He, B. J., Zhao, Z. Q., Shen, L. D., Wang, H. B., Li, L. G. An approach to examining performances of cool/hot sources in mitigating/enhancing land surface temperature under different temperature backgrounds based on landsat 8 image. Sustainable Cities and Society, 44, 416-427, 2019.

Hosonuma, N., Herold, M., De Sy, V., De Fries, R. S., Brockhaus, M., Verchot, L., et al. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. Environmental research letters, 7(4), 044009, 2012.

Keskin, A. Ü., Kır, G., & Zeybekoğlu, U. Evaluation of the homogeneity and trends of precipitation, temperature and wind speed parameters in the Black Sea Region. Journal of Sustainable Engineering Applications and Technological Developments, 6(1), 129-145, 2023.

Kim, J. H., Kim, R. H., Youn, H. J., Lee, S. W., Choi, H. T., Kim, J. J., et al. Valuation of nonmarket forest resources. The Journal of Korean Institute of Forest Recreation, 16(4), 9-18, 2012.

Kumar, P., Rani, M., Pandey, P. C., Majumdar, A., Nathawat, M. S. Monitoring of deforestation and forest degradation using remote sensing and GIS: A case study of Ranchi in Jharkhand (India). Report and opinion, 2(4), 14-20, 2010.

Kuvan, Y. Mass tourism development and deforestation in Turkey. Anatolia, 21(1), 155-168, 2010.

Lary, D. J., Alavi, A. H., Gandomi, A. H., Walker, A. L. Machine learning in geosciences and remote sensing. Geoscience Frontiers, 7(1), 3-10, 2016.

LeCun, Y., Bengio, Y., Hinton, G. *Deep learning*. nature, 521(7553), 436-444, 2015.

Lee, S. H., Han, K. J., Lee, K., Lee, K. J., Oh, K. Y., Lee, M. J. Classification of landscape affected by deforestation using high-resolution remote sensing data and deep-learning techniques. Remote Sensing, 12(20), 3372, 2020.

Li, M., Im, J., Beier, C. Machine learning approaches for forest classification and change analysis using multi-temporal Landsat TM images over Huntington Wildlife Forest. GIScience & Remote Sensing, 50(4), 361-384, 2013.

Lobo, F. D. L., Souza-Filho, P. W. M., Novo, E. M. L. D. M., Carlos, F. M., Barbosa, C. C. F. Mapping mining areas in the Brazilian amazon using MSI/Sentinel-2 imagery (2017). Remote Sensing, 10(8), 1178, 2018.

McCracken, S. D., Brondizio, E. S., Nelson, D., Moran, E. F., Siqueira, A. D., Rodriguez-Pedraza, C. Remote sensing and GIS at farm property level: Demography and deforestation in the Brazilian Amazon. PE & RS- Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 65(11), 1311-1320, 1999.

Mellor, A., Haywood, A., Stone, C., Jones, S. The performance of random forests in an operational setting for large area sclerophyll forest classification. Remote Sensing, 5(6), 2838-2856, 2013.

Mertens, B., Sunderlin, W. D., Ndoye, O., Lambin, E. F. Impact of macroeconomic change on deforestation in South Cameroon: Integration of household survey and remotely-sensed data. World development, 28(6), 983-999, 2000.

Nguyen, T. T. H., Chau, T. N. Q., Pham, T. A., Tran, T. X. P., Phan, T. H., Pham, T. M. T. *Mapping Land use/land cover using a combination of Radar Sentinel-1A and Sentinel-2A optical images*. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 652, No. 1, p. 012021). IOP Publishing, 2021.

Papa, J. P., Falcão, A. X., De Albuquerque, V. H. C., Tavares, J. M. R. Efficient supervised optimum-path forest classification for large datasets. Pattern Recognition, 45(1), 512-520, 2012.

Poortinga, A., Tenneson, K., Shapiro, A., Nquyen, Q., San Aung, K., Chishtie, F., Saah, D. Mapping plantations in Myanmar by fusing Landsat-8, Sentinel-2 and Sentinel-1 data along with systematic error quantification. Remote sensing, 11(7), 831, 2019.

Rwanga, S. S., Ndambuki, J. M. Accuracy assessment of land use/land cover classification using remote sensing and GIS. International Journal of Geosciences, 8(04), 611, 2017.

Sanchez, A. H., Picoli, M. C. A., Camara, G., Andrade, P. R., Chaves, M. E. D., Lechler, S., .et al. Comparison of cloud cover detection algorithms on Sentinel–2 images of the amazon tropical forest. Remote Sensing, 12(8), 1284, 2020.

Sánchez-Azofeifa, G. A., Harriss, R. C., Skole, D. L. Deforestation in Costa Rica: a quantitative analysis using remote sensing imagery 1. Biotropica, 33(3), 378-384, 2001.

Sim, J., Wright, C. C. The kappa statistic in reliability studies: use, interpretation, and sample size requirements. Physical therapy, 85(3), 257-268, 2005.

Thongley, T., Vansarochana, C. Spatial Zonation of Landslide Prone Area Using Information Value in the Geologically Fragile Region of Samdrup Jongkhar-Tashigang National Highway in Bhutan: 10.32526/ennrj/19/2020171. Environment and Natural Resources Journal, 19(2), 122-131, 2021.

Turak, A., Balkız, Ö., Ambarlı, D., Durmuş, M., Özkil, A., Yalçın, S., et al. *Systematic Conservation Planning for the Black Sea Region*. Nature Conservation Center, Ankara, 2011.

Yang, J., Su, J., Chen, F., Xie, P., Ge, Q. A local land use competition cellular automata model and its application. ISPRS International Journal of Geo-Information, 5(7), 106, 2016.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Investigation of Forestry Activities in Protected Areas

Research Assistant Dr., Tunahan ÇINAR
Düzce University,
tunahancinar@duzce.edu.tr - 0000-0002-6473-0884
Associate Professor Dr., Yılmaz TÜRK
Düzce University,
yilmazturk@duzce.edu.tr - 0000-0002-6473-0884

ABSTRACT

The International Union for Conservation of Nature (IUCN-2008) defines protected areas as areas with clearly defined geographical boundaries, recognised, committed and managed by legal or other effective means for the long-term conservation of nature and associated ecosystem services and cultural values. In Türkiye, 3.74 million hectares of protected areas are protected by law and the harvesting of wood raw materials is prohibited. However, in cases where the continuity of the forest ecosystem is jeopardised as a result of an abnormal increase in any insect, fungus, etc. damage in protected areas, necessary forestry activities are carried out in fire prevention, windthrow situations. These activities can be biological, biotechnical and mechanical measures. In this study, forestry activities carried out in some protected areas within the borders of Bolu Forestry Regional Directorate (FRD) were analysed. As a result of the study, a total of 2325 trees were intervened and removed from the protected area. The total tree volume of these trees was determined as 3285 m^3. The reason for the intervention was mainly windthrow, insect damage and drying out. For these trees, mechanical intervention from forestry activities was applied. After the mechanical intervention, attention was paid to the optimum time (in terms of visitors and other living organisms) for the extraction of the trees from the area. Considering the structure of the land, the slope of the land and the natural aesthetic appearance of the recreation area, tractor transport and cable haulage methods were generally used. Silvicultural intervention should be applied to protected areas taking into account sensitive forestry practices and forest management plans should be established. While preparing the long-term development plans of the protected area; special silvicultural provisions

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

should be introduced for the forested areas subject to the plan in order to increase the resistance of forests against fire.

Keywords: Forestry operations, protected areas, Bolu, Düzce

1. INTRODUCTION

Forestry is a managerial activity covering all biological, economic, social and technical activities aimed at providing various products and services to people. The main purpose of forestry is to provide various goods and services to society from forests. For this reason, forestry is an economic activity aimed at meeting human needs and constitutes one of the branches of the national economy. Forestry includes forest protection, maintenance, architecture and cultivation, harvesting (production) and evaluation of forest products, forest labour, various techniques and features (Özdönmez et al., 1996).

Protected Area Concept: The International Union for Conservation of Nature (IUCN), one of the most effective organisations in the world on this subject, has developed an agreed global definition to eliminate confusion. Protected area according to the IUCN 1994 definition: Terrestrial and/or marine areas, which are managed by legal or other effective means, and which serve in particular to ensure the continuity and conservation of biological diversity, natural and related cultural resources. According to the Union's definition updated in 2008, a protected area is: An area with clearly defined geographical boundaries, recognised, dedicated and managed by legal or other effective means for the long-term conservation of nature and associated ecosystem services and cultural values (IUCN, 2008).

In Türkiye, protected areas are protected by law and wood raw material production is prohibited. The size of terrestrial protected areas in Türkiye is 3.74 million hectares (NCNP, 2023). Compared to some countries, none of these areas normally produce wood raw material. Forest management plans are the main basis for silvicultural interventions to be made to the ecosystem in protected areas in Türkiye. Although guaranteeing and monitoring natural processes in protected areas is one of the basic conservation principles, silvicultural interventions such as spacing, elimination of foreign species or origins that have subsequently arrived in the ecosystem may be deemed necessary in protected areas established by natural or artificial rejuvenation before gaining protection status (GDF, 2024).

Apart from these, biological, biotechnical and mechanical measures are taken in cases where the continuity of the forest ecosystem is endangered as a result of an abnormal increase in any insect, fungus, etc. damage that may occur in protected areas. In firefighting; all kinds of forest products that are decided to be removed for reasons such as creating an intervention

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

front by opening a road, compulsory silvicultural interventions are evaluated by the necessary unit. In case of mechanical intervention in protected areas, it is necessary to intervene with the least damage to the environment. The most appropriate season and removal method should be determined.

In this study, forestry activities carried out in Abant, Gölcük, Güzeldere and Kurugöl Nature Parks within the borders of Bolu FRD between 2005-2015 were analysed. As a result of the mechanical intervention, it was suggested which sensitive forestry works should be carried out for the decompartmentalisation works.

2.1. Protected Areas

Developments towards the industrial revolution and especially the requirements for energy production and housing construction have led to rapid depletion of forests. As a result, increased sensitisation towards forests led to the enactment of comprehensive forest laws for forest protection in France in 1827, Austria in 1853 and England in 1919 (Anonymous, 1998). Dünyada olduğu gibi It is no coincidence that concepts such as national parks, continuity (sustainability) and conservation first emerged in forestry in Türkiye. FAO (2000) reports that about 11.5 per cent of the world's forested areas, of which 5 per cent are plantations, are officially designated as protected areas and are on the United Nations (IUCN) Protected Area List (Dudley and Philips, 2006). Today, the area of 4138 protected forest reserves in the world is approximately 260 million hectares (WWF, 1996).

The first international attempt was made by the Swedish naturalist Paul Sarasin at the 8th International Zoological Congress in Graz (Austria) in 1910. In his petition to the congress, Sarasin requested the establishment of an 'International Commission for Nature Conservation'. However, the commission could not be established at that time. After that, the first 'International Conference on Nature Conservation' was held in Bern in 1913 with the participation of 13 countries and the 'International Nature Conservation Commission' was established for the first time in this conference (Yücel and Babuş, 2005).

Türkiye, as a bridge and crossroads in terms of biological diversity as well as historical and social aspects, has a rich biological diversity as it is the intersection of three of the 37 different plant geography regions on earth (Europe-Siberian, Mediterranean and Iran-Turanian). In addition, three of the 34 biodiversity-rich hotspots (Caucasus, Mediterranean, Iran-Anatolia) that need urgent protection in the world are located in Türkiye. With this feature, Türkiye, together with China and South Africa, is one of the most important countries in terms of biological diversity in its belt with its endemic species, as it is one of the three countries with three hotspots within its borders (Kurdoğlu, 2007). The

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

biodiversity values hosted by our country are protected by different protected area statuses and different laws. Some of these protection statuses are established according to national legislation and some are based on international conventions.

The General Directorate of Nature Conservation and National Parks (NCNP) stated that Türkiye has 1724 terrestrial protected areas (Figure 1), with a total size of 3.74 hectares (Figure 2). The existing protected areas in Türkiye's protected areas system include important areas with defined boundaries (Figure 3) in terms of aesthetics, science, nature conservation and natural beauties (GDF, 2024). Türkiye's protected areas harbour a variety of natural ecosystems ranging from seas and coasts, Mount Ararat, deltas, Black Sea forests and plateaus, steppes, lake and river systems, deep valleys and canyons to glaciers. Protected areas are home to many endangered, endemic, narrowly distributed plant and animal species.

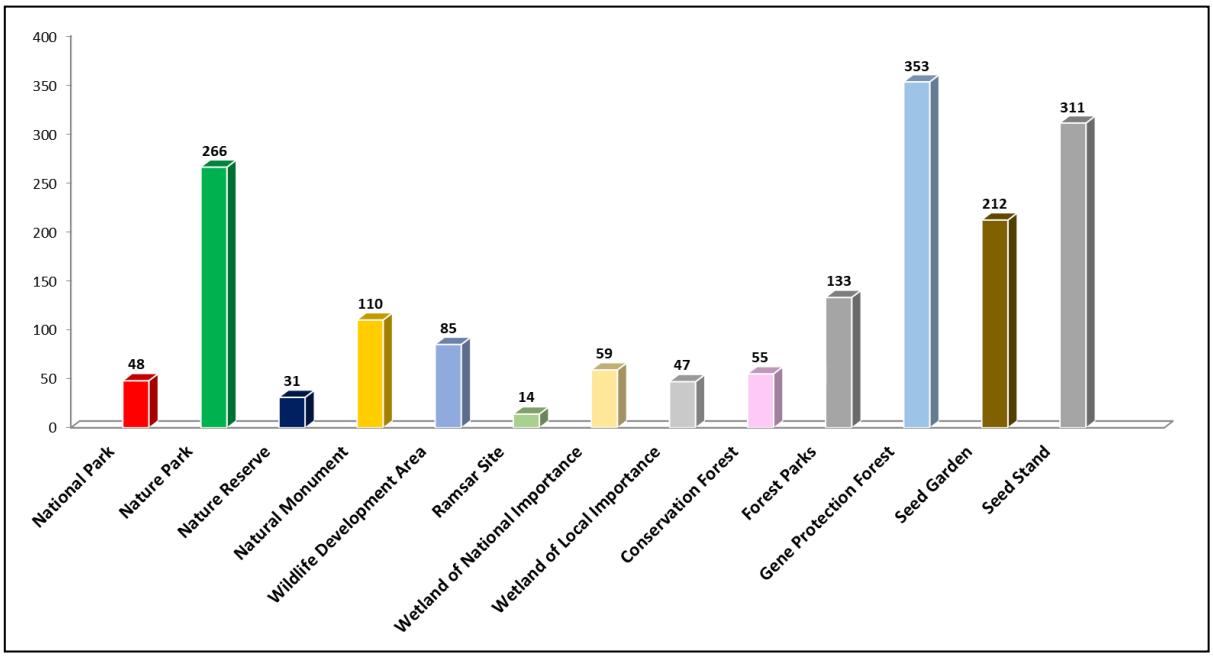


Figure 1. Number of protected areas in Türkiye (GDF, 2024)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

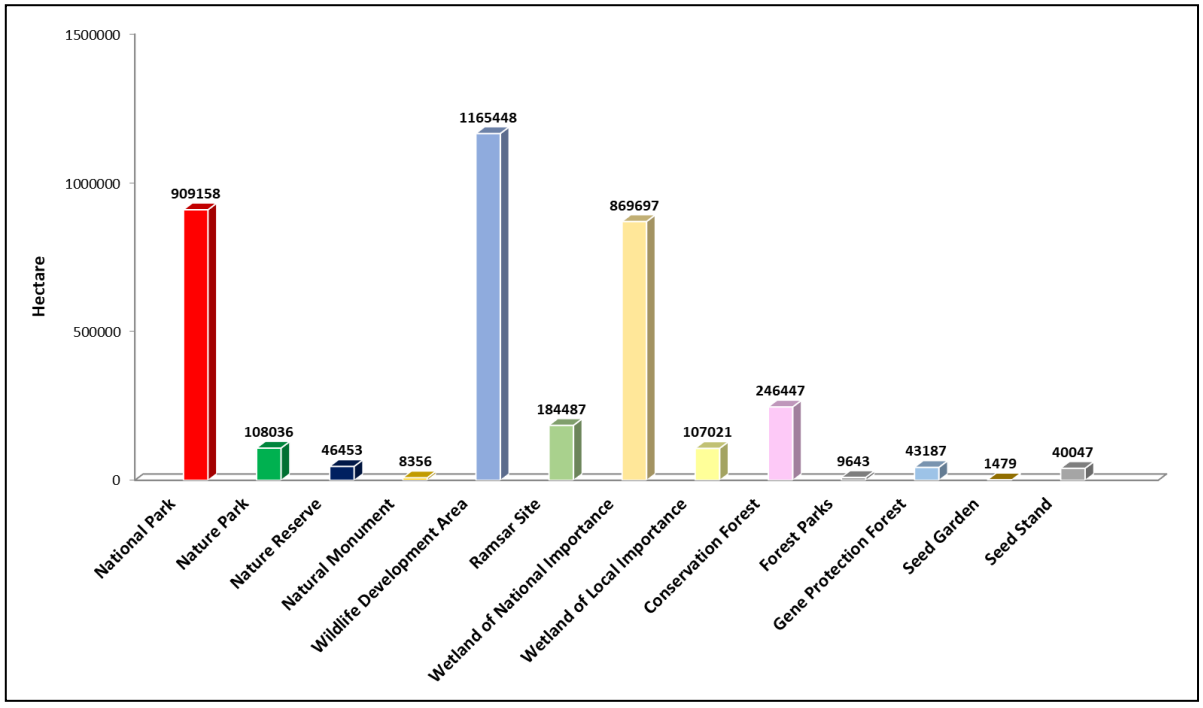


Figure 2. Protected area sizes in Türkiye (GDF, 2024)

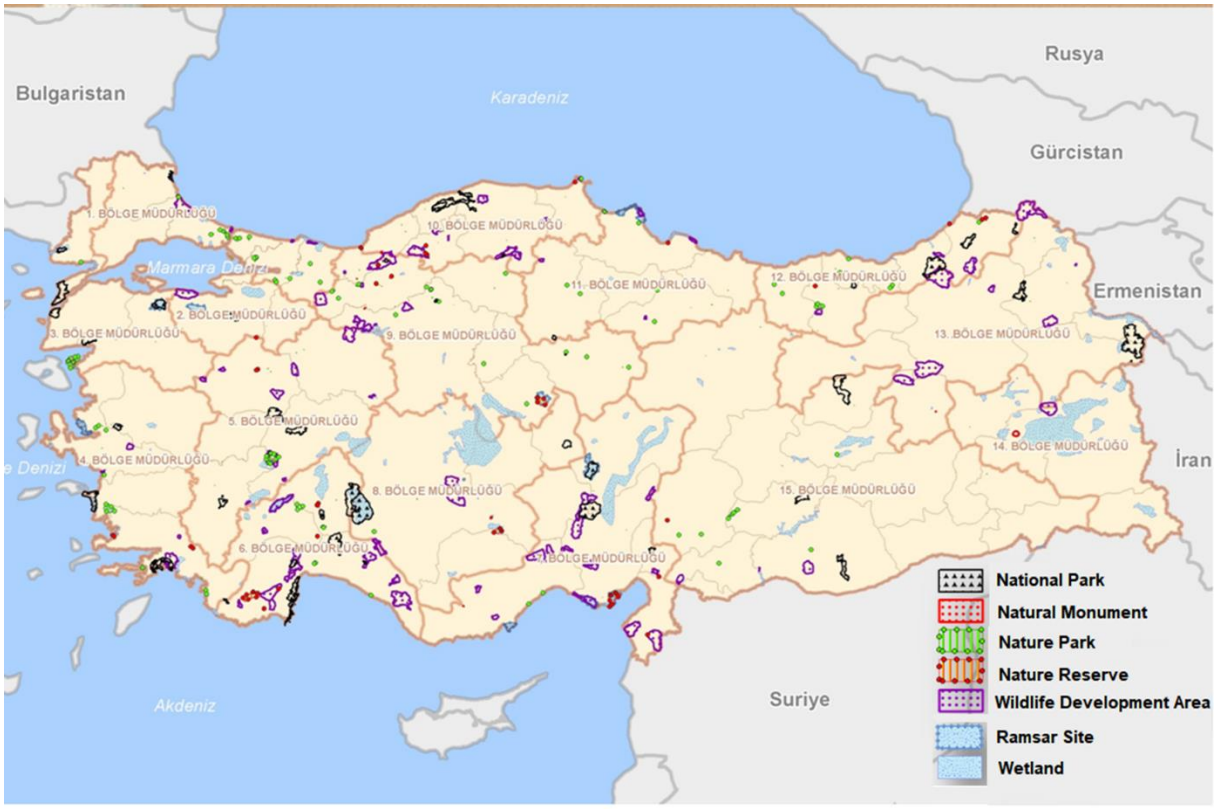


Figure 3. Map of protected areas in Türkiye (NCNP, 2023)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2.2. Forestry Activities in Protected Areas

Wood raw material production is prohibited in protected areas in Türkiye. Forest management plans constitute the main basis of technical (silvicultural) intervention to the ecosystem in protected areas (GDF, 2024). Biological, biotechnical and mechanical measures are taken in cases where the continuity of the forest ecosystem is endangered as a result of an abnormal increase in any insect, fungus, etc. damage that may occur in protected areas (Figure 4). In firefighting, all kinds of forest products that are decided to be removed for reasons such as fire prevention and intervention front, compulsory silvicultural interventions are removed from the area by mechanical intervention. In addition, mechanical intervention is applied due to the cutting and removal of trees that are broken and fallen due to severe storms occurring within the protected areas, as well as insect infested, completely dried up planted dry and broken trees that pose a danger.

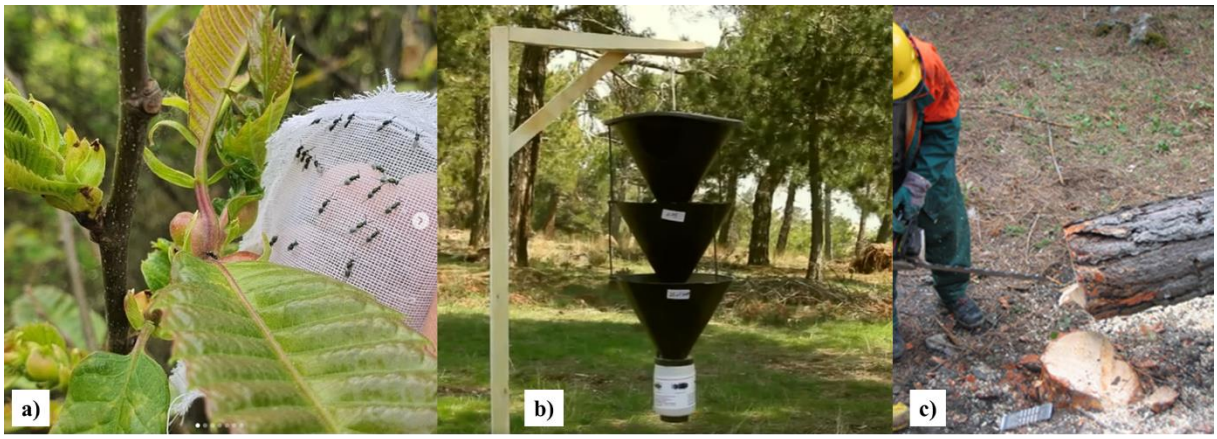


Figure 4. Measures against harmful: a) biological, b) biotechnical, c) mechanical (GDF, 2024)

In some countries, sensitive forestry works are carried out in protected areas and forests that are not protected areas, and harvesting operations are carried out with minimum damage to the stand and forest products. Since the production of normal wood raw material is prohibited in Türkiye, sensitive forestry can be applied in protected areas when necessary. Under Turkish conditions, air lines are the most suitable extraction technique. Aerial lines are suitable techniques for protected areas as they transport products without contacting the stand soil compared to tractor ploughing and cable haulage techniques.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Material

The study analysed the forestry activities (mechanical intervention) in some protected areas within the borders of Bolu FRD in terms of years. Due to its geographical location, Bolu FRD is situated on a broken and rugged terrain in the Western Black Sea region. Bolu FRD was established on 07.02.1951 and there are 12 Forest Management Directorates within its body as of today (Figure 5). The total area of the Directorate is 1036829 ha and the total forest area is 630202 (60%) ha (BFRD, 2024).

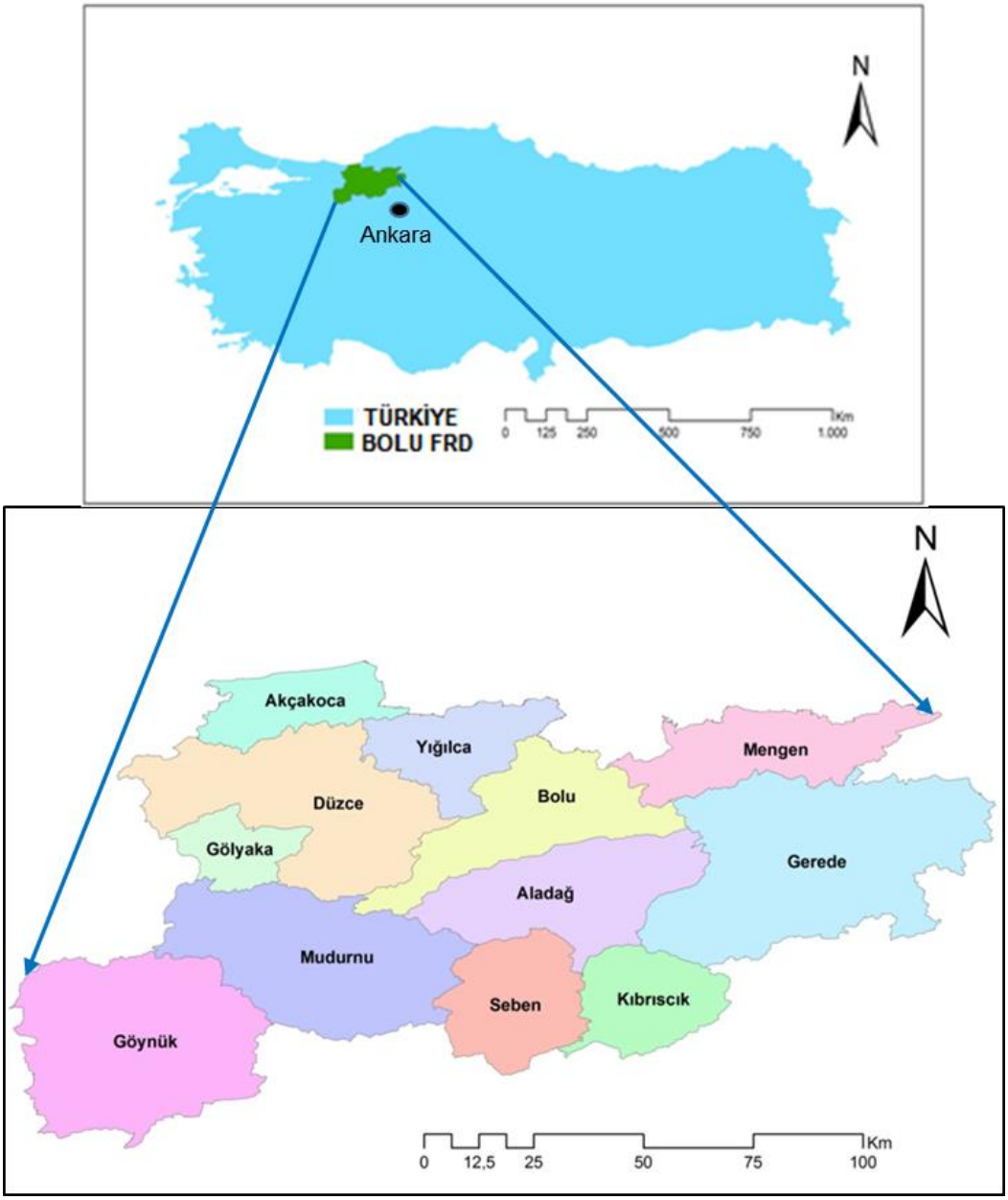


Figure 5. Study area and its surroundings

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Within the borders of Bolu FRD; 1 National Park, 12 Nature Parks, 3 Nature Monuments, 1 Wetland, 4 Nature Reserves and 4 Wildlife Development Areas are within the status of protected areas (BFRD, 2024). The study was carried out in Abant, Gölcük, Güzeldere and Kurugöl Nature Parks in Bolu FRD (Figure 6).

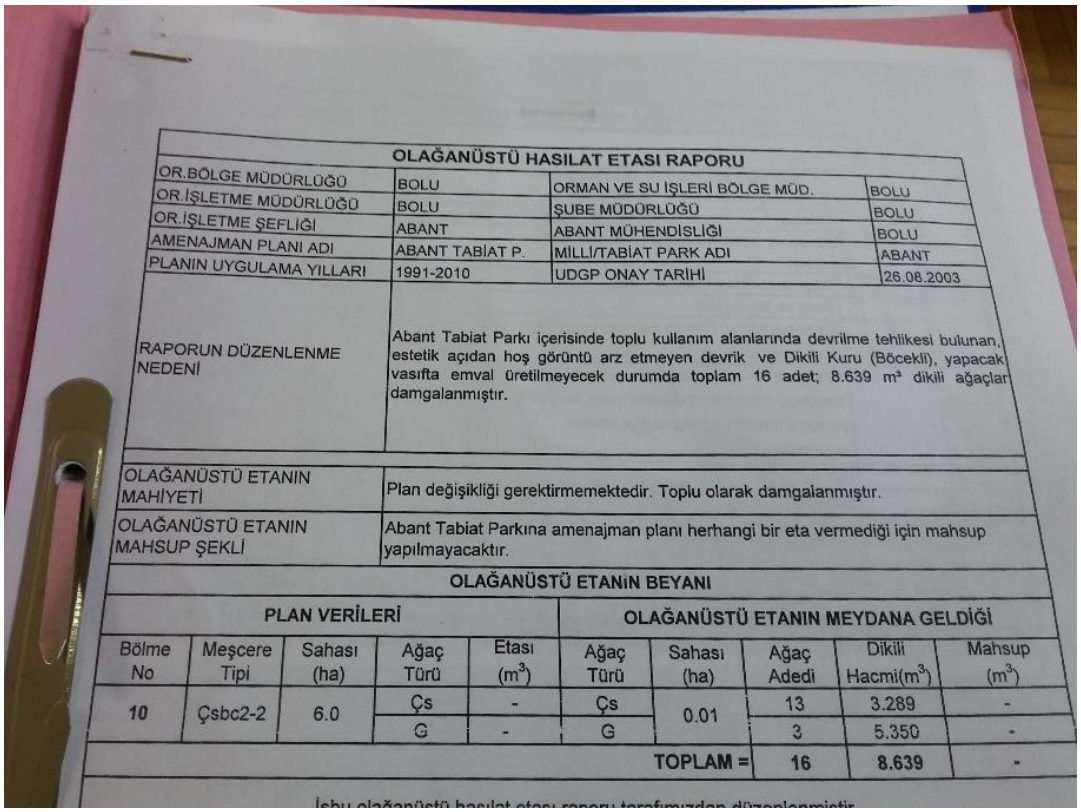


Figure6. Bolu FRD Protected Areas: a) Abant Lake Nature Park, b) Gölcük Nature Park, c) Güzeldere Waterfall Nature Park, d) Kurugöl Nature Park.

2.2. Method

Extraordinary revenue eta reports (Figure 7) were obtained from Bolu and Düzce Nature Conservation and National Park Directorates and the relevant forest management chiefs, and which forestry activities were carried out were determined in bilateral interviews. The documents of previous years were analysed from the reports obtained.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



OLAĞANÜSTÜ HASILAT ETASI RAPORU

OR.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ	BOLU	ORMAN VE SU İŞLERİ BÖLGE MÜD.	BOLU
OR.İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ	BOLU	ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ	BOLU
OR.İŞLETME ŞEFLİĞİ	ABANT	ABANT MÜHENDİSLİĞİ	BOLU
AMENAJMAN PLANI ADI	ABANT TABİAT P.	MİLLİ/TABİAT PARK ADI	ABANT
PLANIN UYGULAMA YILLARI	1991-2010	UDGP ONAY TARİHİ	26.08.2003
RAPORUN DÜZENLENME NEDENİ	Abant Tabiat Parkı içerisinde toplu kullanım alanlarında devrilme tehlikesi bulunan, estetik açıdan hoş görüntü arz etmeyen devrik ve Dikili Kuru (Böcekli), yapacak vasıfta emval üretilmeyecek durumda toplam 16 adet; 8.639 m³ dikili ağaçlar damgalanmıştır.		
OLAĞANÜSTÜ ETANIN MAHİYETİ	Plan değişikliği gerektirmemektedir. Toplu olarak damgalanmıştır.		
OLAĞANÜSTÜ ETANIN MAHSUP ŞEKLİ	Abant Tabiat Parkına amenajman planı herhangi bir eta vermediği için mahsup yapılmayacaktır.		

OLAĞANÜSTÜ ETANİN BEYANI

PLAN VERİLERİ					OLAĞANÜSTÜ ETANIN MEYDANA GELDİĞİ				
Bölme No	Meşcere Tipi	Sahası (ha)	Ağaç Türü	Etası (m^3)	Ağaç Türü	Sahası (ha)	Ağaç Adedi	Dikili Hacmi(m^3)	Mahsup (m^3)
10	Çsbc2-2	6.0	Çs	-	Çs	0.01	13	3.289	-
			G	-	G		3	5.350	-
						TOPLAM =	16	8.639	-

Figure 7. Extraordinary revenue eta report

3. RESULTS

3.1. Findings Related to Abant Lake Nature Park

During the examination, no stage was determined in the management plans of the Abant Lake Nature Park area. Abant Lake Nature Park revenue eta report was prepared extraordinarily as a result of the threat posed by some trees to visitors to the recreation area between 2008 and 2017. In general, the trees are rotting, falling down and do not look aesthetically pleasing (Figure 8), which has caused social pressure from visitors to the forest administration. For these reasons, mechanical intervention was applied to remove these trees within the boundaries of the nature park.

Between 2008 and 2017, a total of 473 forest trees, mostly pine and fir trees, were felled in 203 ha area in this park and a planted tree volume of 775168 m3 was obtained from these trees. During the removal of wood raw material products (trees) from the compartment, the tractor was used as the most suitable transport technique for the land condition and structure. In the park, land structure, transport direction and slope were taken into consideration and

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

tractor dragging techniques were applied for top-down transport and tractor cable pulling techniques were applied for top-down transport.



Figure 8. Trees subjected to mechanical intervention in Abant Lake Nature Park

3.2. Findings Related to Gölcük Nature Park

No stage has been determined in the management plans of Gölcük Nature Park area. Gölcük Nature Park Extraordinary Revenue Report has been prepared twice in 10 years since 2006 in 2013 and 2015. Reason for preparing the report: Trees that were broken and felled due to the extreme storms that occurred in the park area and insect infected, completely dried up, planted dry and broken trees that pose a danger (Figure 9). These trees were removed from the site by mechanical intervention. In the park, 1851 fir trees were cut in a total area of 84 ha and a planted tree volume of 2619 m3 was calculated. As in Abant Nature Park, tractor skidding and cable pulling techniques were used during the removal of the trees.



ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Figure 9. Trees subjected to mechanical intervention in Gölcük Nature Park

3.3. Findings Related to Güzeldere Waterfall Nature Park

No stage has been determined in the management plans of Güzeldere Waterfall Nature Park area. Güzeldere Waterfall Nature Park Extraordinary Revenue Report was prepared in 2006. Reason for preparing the report: Drying and falling of trees (Figure 10) due to storms, severe winter conditions, lightning strikes and weather conditions, threatening people in the recreation area by falling these trees. As in the other parks subject to the study, mechanical intervention was applied in the removal of trees in this park. In Güzeldere Waterfall Nature Park, 4 beech trees were cut in a total area of 32 ha and a planted tree volume of 14 m^3 was calculated. Tractor skidding and cable pulling techniques were also used to remove the trees from the compartment.



Figure 10. Trees subjected to mechanical intervention in Güzeldere Waterfall Nature Park

3.4. Findings Related to Kurugöl Nature Park

No stage has been determined in the management plans of the Nature Park area. Kurugöl Nature Park Extraordinary Revenue Report was prepared in 2013. Reason for preparing the report: The trees (Radiata Pine) have started to dry and beetle (Figure 11), the insect infestation has spread to other trees and affects the whole area, the affected trees threaten the people in the recreation area due to the risk of falling down. Mechanical intervention was also applied in this park. In the park, 38 trees were felled on a total area of 0.16 ha and a planted tree volume of 37 m^3 was calculated. As in other nature parks, tractor dragging and cable pulling techniques were used to remove the trees.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Figure 11. Trees subjected to mechanical intervention in Kurugöl Nature Park

4. CONCLUSIONS

As a result of the examination of the forestry activities carried out in Abant, Gölcük, Güzeldere and Kurugöl Nature Parks in Bolu FRD, no stage was determined in the management plan for the protected areas. The intervention method used in the nature parks subject to the study was mechanical intervention and extraordinary revenue reports were issued due to the drying, rotting, insect infestation of the trees, aesthetically unpleasant, fallen, leaning, planted dry trees, insect infestation of the trees that fell due to storms and the threat of these trees to the public coming to the recreation area.

In the 10-year period (2005-2015), a total of 2325 trees were felled in 228 ha area and 3285 m^3 planted tree volume was calculated. Gölcük Nature Park has the highest number and volume of trees in the study area.

During the mechanical intervention, the most favourable season for the removal of the trees from the compartment was chosen (the period with the least number of visitors and snowy ground). Considering the structure of the land and the slope of the slope, tractor skidding and cable haulage methods were generally used to transport the crops.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Their resilience to climate change should be strengthened by reducing existing pressures on protected areas. Forest trees such as beech, fir, oak, etc. start to rot in their inner parts after they have completed their management period and then they fall or break due to storms or snow. This situation threatens visitors. In addition, the national wealth is rotting in the forest. For this reason, silvicultural intervention should be applied to protected areas and forest management plans should be established as practised in some countries.

Special silvicultural provisions (removal of flammable material, planting of fire-resistant species, etc.) should be introduced for forests in areas protected against forest fires, which we have frequently encountered recently, in order to increase their resistance to fire.

Precision forestry methods used in some countries should be applied to remove trees during mechanical intervention. Some of these methods are airline and helicopter transport techniques. These techniques are the most damaging to the soil of the stand and the vegetation remaining in the stand.

Explanation

We were dedicated this study to Tarkan URAL, a lecturer in the Department of Forest Engineering at Düzce University Faculty of Forestry, who passed away on December 9, 2024, leaving us deeply saddened.

KAYNAKÇA

Anonymous, *Our Forestry in the 75th Year of Our Republic*, Ministry of Forestry Publication No: 120, ISBN: 975-8273-31-0, Ankara, 1998.

BFRD, Bolu Forestry Regional Directorate, General information. https://www.ogm.gov.tr/boluobm/kurulusumuz/genel-bilgiler Access date: 23.08.2024

Dudley, N., Philips, A. *Forests and Protected Areas: Guidance on the Use of the IUCN Protected Area Management Categories*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. X+58 pp, 2006.

FAO, *Food and Agriculture Organization of The United Nations*, The State of Food and Agriculture, Rome, 2000.

GDF, Protocol on Practices in Protected Areas between GDF and General Directorate of Nature Conservation and National Parks. https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/mevzuat-sitesi/Protokoller/OGM%20ile%20Do%C4%9Fa%20Koruma%20Milli%20Parklar%20Genel%20M%C3%BCd%C3%BCrl%C3%BC%C4%9F%C3%BC%20Aras%C4%B1nda%20Yap%C4%B1lan%20Korunan%20Alanlarla%20%C4%B0lgili%20Protokol.pdf Access date: 23.08.2024

IUCN, Parks for Life-Action for Protected Areas in Europe, IUCN, Gland, 2008.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Kurdoğlu, O. Nature Conservation Movement İn The World: Its Historical Development and Present Situation. Artvin Çoruh University Faculty of Forestry Journal, 8(1), 59-76. Historical Development and Present SituationJournal of Artvin Çoruh University Faculty of Forestry, 8(1), 59-76, 2011.

NCNP, General Directorate of Nature Conservation and National Parks, Protected Area Statistics.https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/18/Korunan-Alan-Istatistikleri Access date: 23.08.2024

Özdönmez, M., İstanbullu, T., Akesen, A., Ekizoğlu, A. *Forestry Policy*. I.Ü. Publication No: 3968, Faculty of Forestry Publication No: 435, Istanbul, 1996.

WWF, IUCN, *Forest for Life*, The WWW/IUCN Forest Policy Book, 1996.

Yücel, M., Babuş, D. History of Nature Conservation and Developments of Nature Conservation in Turkey, Journal of Eastern Mediterranean Forestry Research Directorate, 11,151 – 175, 2005.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

MOBİLYA ERGONOMİSİ KONUSUNDAKİ YAYINLARIN BİBLİYOMETRİK VERİ ANALİZİ

Mehmet Nuri YILDIRIM
mnyildirim@karabuk.edu.tr
https://orcid.org/0000-0002-0180-4479

Süleyman ÖZCAN
suleymanozcan@karabuk.edu.tr
https://orcid.org/0000-0003-3583-7911

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, insanların yaşam alanlarını işlevsel hale getiren mobilyalar ile kullanıcılar arasındaki etkileşimi inceleyen "mobilya ergonomisi" kavramını ele almak ve bu alandaki araştırmaları haritalandırmaktır. Çalışmada nicel veriler kullanılarak, mobilya ergonomisi ile ilgili yapılmış akademik çalışmalar incelenmiş ve bibliyometrik analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Bu sayede, alanın mevcut durumuna dair araştırmacılara bilgi sunulması ve henüz yeterince keşfedilmemiş araştırma boşluklarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Analizlerde, Web of Science (WOS) veri tabanı kullanılmıştır ve yayın yılı sınırlaması olmaksızın farklı türdeki akademik çalışmalar taranmıştır. Araştırma sonucunda, mobilya ergonomisiyle ilgili 526 akademik çalışma tespit edilmiştir. Çalışmaların yıllara göre dağılımında, 2012 yılında 42 çalışma ve 2019 yılında 41 çalışma ile belirgin bir yoğunluk gözlemlenmiştir. En fazla yayına sahip ülkeler ise sırasıyla ABD (62 yayın) ve Çin (46 yayın) olarak tespit edilmiştir. Türkiye ise 19 yayınla bu alandaki ülkeler sıralamasında 9. sırada yer almaktadır. Web of Science kategori analizine göre, en fazla çalışma ergonomi alanında (228 yayın), ardından ise endüstriyel mühendislik alanında (146 yayın) gerçekleştirilmiştir. Yayın türlerine bakıldığında, makale formatında yayımlanan çalışmalar (333 adet) en yüksek orana sahiptir. Anahtar kelimeler arasında ise "ergonomi", "antropometri" ve "mobilya" terimleri öne çıkmaktadır. Bu çalışma, mobilya ergonomisi alanındaki araştırma eğilimlerini ve boşlukları belirleyerek, gelecekteki araştırmalara ışık tutmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ergonomi, Mobilya, Antropometri, Tasarım.

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS ON FURNITURE ERGONOMICS

ABSTRACT

This study aims to examine the concept of furniture ergonomics, which includes the interaction between users and furniture that makes people's living spaces functional, and to map the studies conducted. Quantitative data was used in the study. In this context, studies conducted on the subject and articles related to the subject were investigated. The analyses conducted using the bibliometric analysis method were presented to the attention of researchers, and it was aimed to determine research areas and gaps related to the subject. Web of Science database was used as the analysis database. Bibliometric analysis of different types of publications on the subject was conducted without any year limitation. 526 studies on furniture ergonomics were identified.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

When the distribution of studies according to publication years was examined, it was seen that there was a density of 42 studies in 2012 and 41 studies in 2019. The countries with the most publications were the USA with 62 publications and China with 46 publications. It was seen that Turkey ranked 9th in the country ranking with 19 publications. In WOS categories, it was seen that the most studies were conducted in the field of ergonomics with 228 studies, followed by 146 studies in the field of industrial engineering. Among the publications, article type publications have the highest weight with 333. The keywords ergonomics, anthropometry and furniture stand out

Keywords: Ergonomics, Furniture, Anthropometry, Design.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. GİRİŞ

Bibliyometrik analiz, bilimsel literatürdeki yayınların niceliksel olarak incelenmesi ve bu verilerden anlamlı sonuçların çıkarılması işlemidir. Bu tür bir analiz, genellikle akademik makaleler, kitaplar, konferans bildirileri gibi bilimsel eserlerin sayısal verilerini (yazarlar, alıntılar, dergiler, anahtar kelimeler vb.) kullanarak yapılır. Amaç, belirli bir alan veya konu hakkında genel eğilimleri, ilişkileri ve gelişimleri anlamak, bilimsel üretkenliği değerlendirmek ve araştırma konuları arasındaki bağlantıları ortaya koymaktır.

Bibliyometrik, bilimsel literatürün büyümesi ve sistematik olarak ölçülmesi ihtiyacıyla 20. yüzyılın ortalarında önemli bir gelişim süreci geçirmiştir. Erken dönemde, 17. ve 18. yüzyıllarda bilimsel yayıncılığın yaygınlaşmasıyla birlikte literatürün düzenlenmesi ve takip edilmesine yönelik ilk çabalar başlamıştır. Ancak bu dönemde çalışmalar daha çok kataloglama ve sınıflandırma ile sınırlıydı (Garfield, 2009). 1900-1940 yılları arasında, bibliyometrik biliminin temelleri atılmaya başlanmış ve Isidore Deschamps gibi bilim insanları, bilimsel yayınların niceliksel analizine dair ilk girişimlerde bulunmuşlardır (Börner et al., 2004). 1940-1960 yılları arasında ise bibliyometrik terimi kullanılmaya başlanmış, Otto Neugebauer ve Eugene Garfield gibi isimler literatürün sistematik analizine yönelik ilk adımları atmıştır. Bu dönemde yayınlar ve alıntı ilişkileri üzerine yapılan çalışmalar, bibliyometrik analizlerin temellerini oluşturmuştur (Bordons et al., 2002).

1960-1980 yılları, bibliyometrik için altın dönem olarak kabul edilmektedir. Eugene Garfield'ın Impact Factor (etki faktörü) gibi metriklerle bilimsel dergilerin etkisini ölçme süreci başlamış ve Science Citation Index (SCI) ile h-indeksi gibi araçlar geliştirilmiştir (Garfield, 1972; Hirsch, 2005). Bu araçlar, bilimsel performansın niceliksel değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamıştır. 1990'lar ve sonrasında ise bilgisayar teknolojileri ve internetin gelişmesiyle birlikte bibliyometrik analizler daha kapsamlı hale gelmiştir. Web of Science ve Google Scholar gibi veri tabanları sayesinde, analizler daha geniş kapsamlı yapılabilmiştir (Mongeon and Paul-Hus, 2016). Günümüzde, bibliyometrik yalnızca yayın sayısı ve etki faktörleriyle sınırlı kalmayıp, araştırmaların toplumsal etkileri, bilimsel iş birlikleri ve yeni araştırma trendlerini inceleyen bir alan haline gelmiştir. Ayrıca, yapay zekâ ve altmetrics gibi yeni metriklerle sosyal medya etkisi gibi unsurlar da ölçülmektedir (Priem et al., 2012).

VOSviewer, Van Eck ve Waltman (2010) tarafından bibliyometrik haritalar oluşturmak amacıyla önerilen bir yazılımdır ve özellikle araştırma alanlarındaki eğilimleri anlamada önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu yazılımın temel özelliklerinden biri, büyük miktarda bibliyografik veriyi görsel bir temsile dönüştürme yeteneğidir. VOSviewer, uzaklık tabanlı görselleştirme tekniği kullanarak bibliyometrik ağları görselleştirir ve bu ağlar üzerinde yapılan analizler, metin madenciliği gibi farklı tekniklerle desteklenir (Zhang vd., 2023; Liu vd., 2023).

VOSviewer'ı diğer yazılımlardan ayıran en önemli özelliklerden biri, herhangi bir programlama bilgisi gerektirmemesi ve standart bir grafik arayüz ile erişilebilmesidir. Bu özellik, yazılımı daha erişilebilir ve kullanıcı dostu hale getirir. Ayrıca, VOSviewer, farklı veri tabanlarından

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

dosyaları kabul edebilme özelliği sayesinde geniş bir veri yelpazesiyle çalışabilir. Yazılım, esnekliği ve duyarlılığı ile de diğer alternatif araçlardan daha avantajlıdır (Arruda vd., 2022). Bu yazılım, bibliyometrik ağları analiz etmek için tasarlanmış olsa da, farklı ağ veri türleriyle çalışabilme yeteneği sayesinde çok daha geniş bir kullanım alanına sahiptir. Yani yalnızca bibliyometrik veriler değil, diğer ağ türlerine dayalı haritalar da VOSviewer ile oluşturulabilir, görselleştirilebilir ve keşfedilebilir (Van Eck ve Waltman, 2023).

Mobilya ergonomisi, kullanıcıların fiziksel ihtiyaçlarına ve rahatlıklarına uygun, vücut yapısı, davranış ve çevresel faktörleri dikkate alarak tasarlanan mobilya ürünlerini ifade eder. Ergonomik mobilyalar, kullanıcıların sağlıklarını koruyarak verimli bir şekilde çalışabilmelerini veya dinlenebilmelerini sağlar. Ergonomi bilimi, özellikle son yıllarda ofis mobilyalarından ev mobilyalarına kadar geniş bir yelpazede büyük bir araştırma alanı oluşturmuştur. Bu alanla ilgili yapılan akademik çalışmalar, mobilyaların tasarımında fiziksel konforun ötesine geçerek kullanıcıların psikolojik ve sosyal ihtiyaçlarına da hitap etmeyi amaçlamaktadır. Bibliyometrik analiz ise, bu alandaki akademik araştırmaların gelişim süreçlerini, eğilimleri ve etki düzeylerini anlamak için etkili bir yöntemdir. Mobilya ergonomisinin sürekli gelişen ve değişen bir alan olması, bu tür analizlerle daha iyi bir şekilde takip edilebilir ve gelecekteki araştırma alanlarına ışık tutması açısından önem arz etmektedir.

Günümüzde ergonomi, özellikle mobilya tasarımı alanında önemli bir rol oynamaktadır. Ergonomik mobilyalar, kullanıcı sağlığını iyileştirmeyi ve verimliliği artırmayı amaçlayarak, bireylerin günlük yaşamda daha konforlu ve sağlıklı bir şekilde vakit geçirmelerini sağlar. Bu bağlamda, mobilya ergonomisi üzerine yapılan çalışmaların sayısı, son yıllarda önemli bir artış göstermektedir. Bu çalışma, mobilya ergonomisi alanındaki literatürü derinlemesine inceleyerek, bu alandaki gelişimleri, eğilimleri ve gelecekteki araştırma alanlarını daha iyi anlamayı amaçlamaktadır.

Bu çalışma, 1979 ile 2024 yılları arasında Web of Science (WoS) veritabanında yayımlanan, "mobilya ergonomisi" anahtar kelimesi ile yapılmış makalelerin bibliyometrik analizini gerçekleştirmektedir. Bu analiz, mobilya ergonomisi literatürünün gelişimini incelemeyi, anahtar temaları belirlemeyi, araştırmacı ağlarını ve iş birliklerini ortaya koymayı, kullanılan metodolojileri ve en çok atıf alan makaleleri analiz etmeyi hedeflemektedir.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada, mobilya ergonomisi kavramına ilişkin uluslararası literatürü incelemek amacıyla bibliyometrik analiz ve bilimsel haritalama yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında elde edilen veriler, "Web of Science (WoS)" veri tabanından sağlanmıştır. WoS veri tabanının tercih edilmesinin nedeni, etki faktörü yüksek dergilerin büyük bir kısmını içermesi ve bibliyometrik analizler için kapsamlı bir içerik sunarak analiz süreçlerini kolaylaştırmasıdır. Çalışmanın odak noktası, mobilya ergonomisi kavramını daha derinlemesine incelemek olduğu için yalnızca uluslararası makaleler taranmıştır ve literatürde bu kavrama yönelik "furniture ergonomics"

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

anahtar kelimesi kullanılarak veri toplanmıştır. Veriler, 1979 ile 2024 yılları arasında yayımlanan makalelerden seçilmiştir.

Son yıllarda özellikle sosyal bilimler alanında yapılan bilimsel çalışmaların sosyal ağ analizi ile değerlendirilmesi ve görsel hale getirilmesi giderek daha yaygın hale gelmiştir. Bu tür analizler için önde gelen bir araç olan VOSviewer, yazarlar, yazarlar arasındaki bağlantılar, atıflar ve bibliyografik eşleşmeleri görselleştirerek önemli bilimsel ağları ortaya koymaktadır (Mardiastuti, 2021). VOSviewer, bibliyometrik ağlar oluşturma ve görselleştirme temeline dayalı bir yazılımdır ve bu çalışma kapsamında da yazarlar arası ilişkiler ve makale bağlantıları detaylı bir şekilde incelenmiş ve analiz edilmiştir.

Çalışma sırasında aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. **Yayın Sayısının Yıllara Göre Dağılımı**: Mobilya ergonomisi üzerine yapılan çalışmaların yıllara göre nasıl bir artış veya azalış gösterdiği.
2. **Makalelerin Yayınlandığı WoS Kategorisi**: Makalelerin hangi alanlarda sınıflandırıldığı ve bu alanlardaki eğilimler.
3. **Ülkelere Göre Dağılım**: Mobilya ergonomisi konusundaki araştırmaların hangi ülkelerde yoğunlaştığı ve hangi ülkelerin bu alanda daha fazla katkı sunduğu.
4. **Ülkeler Arası Ortak Yazar ve Atıflar**: Farklı ülkeler arasında yapılan iş birlikleri ve bu iş birliklerinin atıf ilişkileri üzerindeki etkisi.
5. **Ortak Yazar Analizi (Co-authorship of Authors)**: Yazarlar arasında iş birliği düzeyinin incelenmesi, yani birden fazla yazarın aynı çalışmada birlikte yer alıp almadığı ve bu iş birliklerinin küresel düzeydeki örüntüleri.
6. **Anahtar Kelime İlişkisi**: "Furniture ergonomics" ile ilgili anahtar kelimelerin birbirleriyle nasıl ilişkilendiği, hangi kavramların daha çok birlikte kullanıldığı ve bu ilişkilerin görselleştirilmesi.

10/11/2024 tarihinde, furniture ergonomics anahtar sözcüğüyle Web of Science'da "tüm alanlar" seçilerek yapılan aramada 526 sonuç elde edilmiştir. Yayın yılı en eski 1979 ve en yeni 2024 olmak üzere farklı disiplinlerden yayınlar bibliyometrik analiz yöntemi ile araştırılmış ve incelenmiştir. Çalışmalar bibliyometrik parametreler açısından incelenmiş ve önerilerle literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

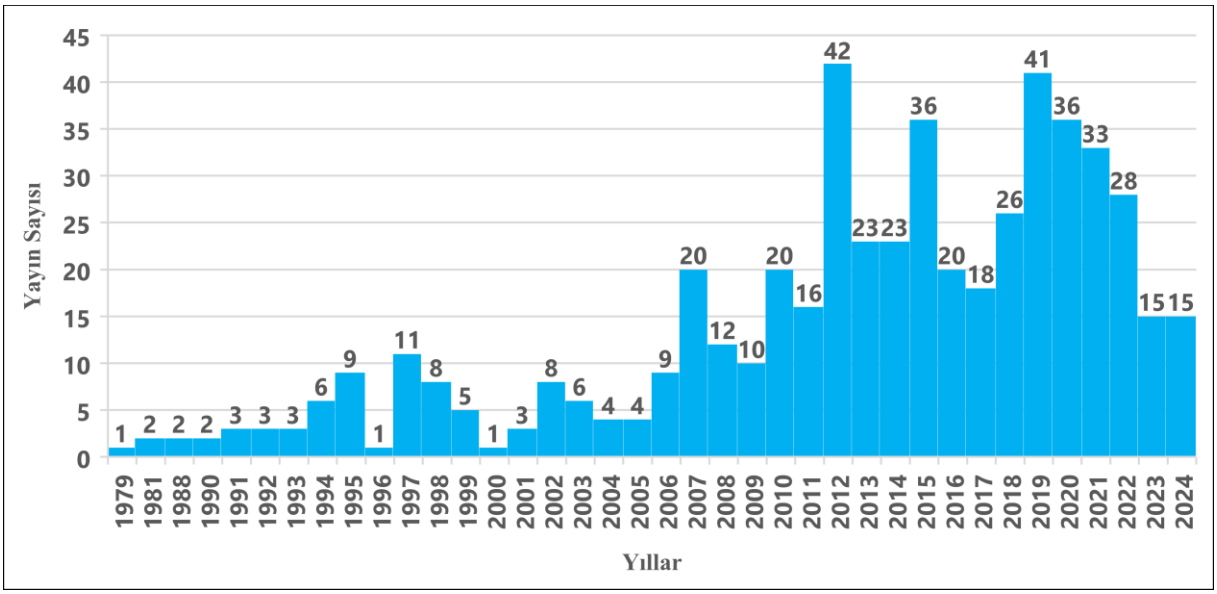
Bu çalışmanın bulguları, çeşitli başlıklar altında yapılan bibliyometrik analizlerle sunulmuştur. Analiz edilen başlıklar şunlardır: Yayın sayısının yıllara göre dağılımı, makalelerin yayımlandığı Web of Science (WoS) kategorileri, ülkeler bazında dağılım, ülkeler arası ortak yazar ilişkisi ve atıflar, ortak yazar analizi ve anahtar kelime ilişkileri. Bu analizler doğrultusunda elde edilen veriler, uygun Çizelgelar ve Görsellerle sunulmuştur.

3.1. Yayın Sayısının Yıllara Göre Dağılımı

Araştırma kapsamında mobilya ergonomisi anahtar kelimesi WOS veri tabanında taranmış ve tarama sonucu elde edilen 526 çalışmanın tamamı kullanılmıştır. Görsel 1'de verilen yıllara

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

göre yayın sayısı dağılımı grafiğinde 2006 yılına kadar düzensiz yatay seyir gösteren makale sayısının 2006 yılından sonra ise yine düzensiz olsa da ciddi artış eğilimde olduğu görülmektedir. 2012 ve 2019 yılında maksimum yayın sayılarına ulaşıldığı görülmüştür. 2009 yılından sonraki yıllarda makale sayısı hiçbir yılda 10 makalenin altına düşmemiş ve sayıların artış eğilimi devam etmiştir. 2019 ile 2024 yılları arasında bir düşüş eğilimi görülmekle beraber 2012 ile 2018 yıllarında da benzer bir düşüş eğilimi olmuş sonrasında 2019 yılında ani bir yükseliş meydana geldiği görülmüştür. 2019 yılındaki Covid salgını ile insanların iç mekanlarda daha fazla zaman geçirmesi ve hareket alanlarının kısıtlanması mobilya ergonomisi alanındaki çalışmaları artmasını etkilemiş olabilir. Dinamik bir yapıya sahip olan mobilya ergonomisi ile ilgili çalışmalar dönemsel ani yükselişlerde göstererek literatürde daha fazla yer alan ve popüler bir konu olarak görülmektedir.



Görsel 1. Yayın Sayısının Yıllara Göre Dağılımı

Mobilya ergonomisi alanındaki çalışmalar zaman içinde daha fazla literatürde yer bulmuş ve dinamik bir şekilde popülerlik kazanmıştır. Araştırmaların ani yükselişler göstermesi, çalışmaların toplumsal ihtiyaçlar ve dönemin gereksinimleri doğrultusunda şekillendiği söylenebilir.

3.2. Makalelerin Yayınlandığı WOS Kategorileri

Mobilya ergonomisi kavramı ile ilgili çalışmaların WoS kategorilerine göre dağılımı Çizelge 1'de görülmektedir. Tarama sonucunda Ergonomi kategorisinde 228 çalışma ile en fazla çalışmanın olduğu görülmektedir. Bu alanı Endüstriyel mühendislik 146 ve Kamu çevre iş sağlığı 106 ile takip etmektedir. Çalışmaların farklı mühendislik alanlarında yoğunlaştığı görülmektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 1. Makalelerin Yayınlandığı WOS Kategori Çizelgesu

WOS Kategorisi	Sayı	WOS Kategorisi	Sayı
Ergonomi	228	Mimarlık	14
Endüstriyel Mühendislik	146	Eğitim Araştırması	14
Kamu Çevre İş Sağlığı	106	Çevre Bilimleri	13
Uygulanmış Psikoloji	89	Malzeme Bilimi Çok Disiplinli	13
Mühendislik Çok Disiplinli	47	Bilgisayar Bilim Disiplinler arası Uygulamalar	11
Psikoloji	42	Yönetim	10
Bilgisayar Bilimi Yapay Zekâ	32	Çok Disiplinli Bilimler	10
Bilgisayar Bilimi Sibernetik	28	İnşaat Bina Teknolojisi	9
Üretim Mühendisliği	24	Operasyon Araştırması Yönetim Bilimi	9
Bilgisayar Bilimi Teori Yöntemleri	17	Bilgisayar Bilimi Bilgi Sistemleri	8
Davranış Bilimleri	15	Ormancılık	8
Malzeme Bilimi Kâğıt Ahşap	15	Diğerleri	146

Makalelerin yayınlandığı WoS kategorisi verilerine göre, mobilya ergonomisinin özellikle mühendislik disiplinleri ve iş sağlığı açısından önemli bir araştırma konusu olduğunu ve bu alanlarda yapılan çalışmaların giderek arttığını göstermektedir. Ayrıca, farklı mühendislik ve sağlık alanlarındaki iş birliklerinin, mobilya ergonomisi üzerine olan araştırmaların gelişimine katkı sağladığı söylenebilir.

3.3. Ülkelere Göre Dağılım

Çizelge 2'de yayın sayılarının ülkeler bazında dağılımı verilmiştir. Analiz edilen 526 makaleden 62 si ABD, 46 Çin, 45 Brezilya olarak ilk üç sırayı aldığı görülmektedir. Makale sayısı 4'ten az olan ülkeler diğerleri olarak gruplandırılmıştır ve bu grupta 35 farklı ülke bulunmaktadır. Toplamda 74 farklı ülkeden çalışma bulunmaktadır. Bu veriler mobilya ergonomisi kavramının küresel ölçekte ele alınan bir konu olduğunu ve dünya genelinde bilim insanlarının ilgisini çeken bir kavram olduğunu göstermektedir. Türkiye 19 makale ile 9. sırada yer almaktadır.

Çizelge 2 Yayın Sayılarının Ülkelere Göre Dağılımı

Sıra no	Ülke	Yayın Sayısı		Sıra no	Ülke	YAYIN SAYISI
1	ABD	62		21	Fransa	8
2	Çin	46		22	Almanya	8
3	Brezilya	45		23	Slovakya	8
4	Portekiz	41		24	Güney kore	8
5	Hollanda	26		25	Tayvan	8
6	İngiltere	24		26	Çek Cumhuriyeti	7
7	İtalya	21		27	Danimarka	7
8	İran	20		28	Bangladeş	6
9	Türkiye	19		29	Endonezya	5
10	Polonya	17		30	İsrail	5
11	Avusturalya	16		31	Meksika	5
12	Malezya	16		32	Yeni zelanda	5
13	Şili	15		33	Slovenya	5
14	Hırvatistan	14		34	İsviçre	5

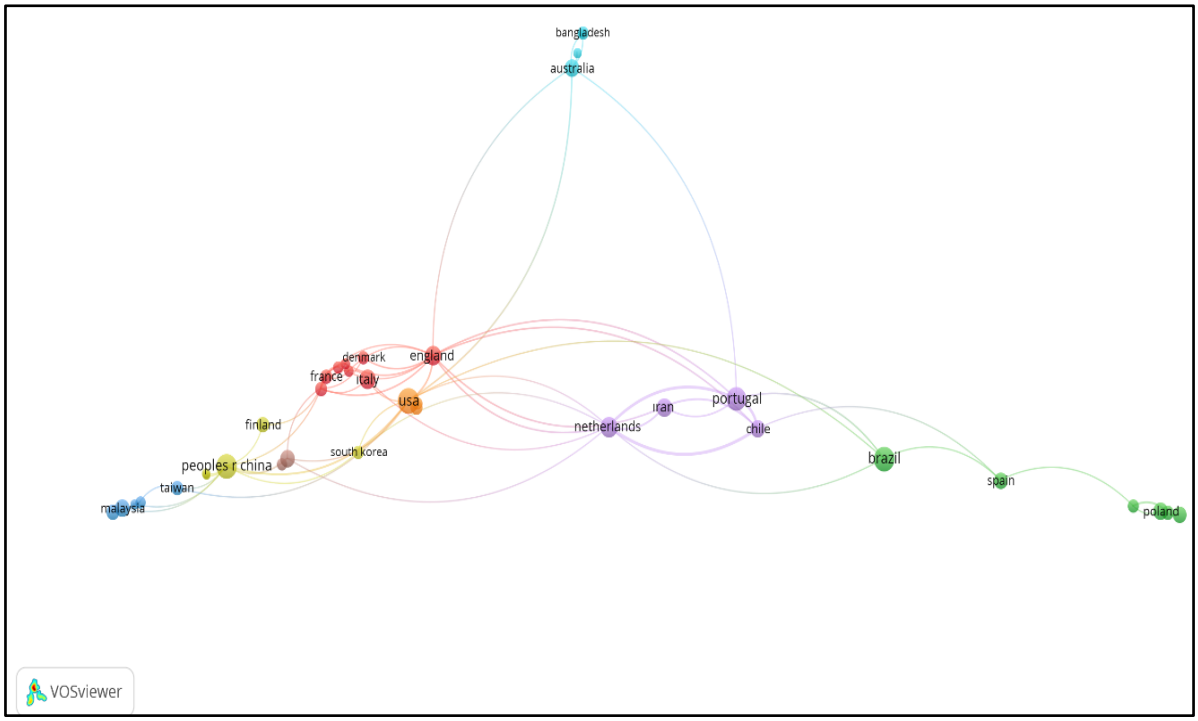
ISBN NR: 978-625-5962-02-7

15	Hindistan	14	35	Belçika	4
16	İspanya	13	36	Kolombiya	4
17	İsveç	12	37	Suudi arabistan	4
18	Finlandiya	11	38	Sri lanka	4
19	Nijerya	10	39	Tayland	4
20	Kanada	8	40	Diğerleri	61

Yayın sayılarının ülkelere göre dağılımına göre, mobilya ergonomisi konusunun dünya çapında geniş bir ilgiyi üzerine topladığı anlaşılmaktadır. 526 makale üzerinden yapılan analizde, ABD, Çin ve Brezilya'nın önde gelen ülkeler olduğu, ancak toplamda 74 farklı ülkeden çalışma bulunduğu görülmektedir. Bu durum, mobilya ergonomisinin uluslararası alanda önemli bir araştırma alanı olarak kabul edildiğini ve farklı kültürlerden gelen bilim insanlarının bu konuda çalışmalar gerçekleştirdiğini göstermektedir. Türkiye ise 19 makale ile 9. sırada yer alarak, bu alanda aktif bir katkı sağladığını ve araştırma ağında önemli bir pozisyonda olduğunu ortaya koymaktadır.

3.4. Ülkeler Arası Ortak Yazar ve Atıflar

Ülkelerin arası ortak yazar atıf ağları analizi için minimun ortak yazarlı yayın sayısı iki ülkenin atıf sayısı minimum 2 olacak şekilde VOSviwer'da yapılan veri analizi sonucunda ortaya çıkan veri ağı aşağıda verilmiştir (Görsel 2). Haritada 53 ülke yer almaktadır. En fazla atıf alan ülkeler İngiltere (760) ABD (692) Portekiz (466) ve hollanda (458) olarak sıralanırken, Hollanda 25 yayını olmasınna rağmen toplam bağlantı gücü 32 olarak en yüksek değerde bulunmuştur. İngiltere'nin 760 atıfı olmasına karşın toplam bağlantı gücü 21 olarak belirlenmiş ve 4. sırada yer almıştır. Toplam 8 küme 76 bağlantı bulunmuştur. Toplam bağlantı gücü 130 olarak bulunmuştur.

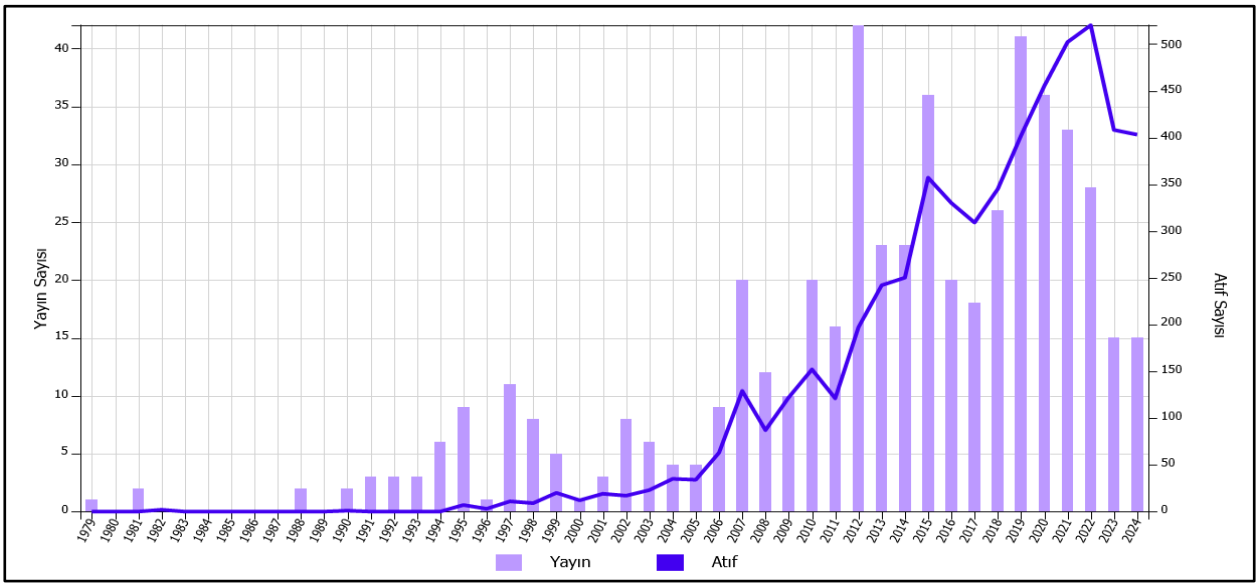


Görsel 2: Ülkelerin Atıf Bağları

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Ülkeler arası ortak yazar ve atıfları analiz edildiğinde belirli ülkeler arasındaki bilimsel iş birliklerinin ve atıf ağlarının yapısını ve gücünü göz önüne sererken, özellikle Hollanda gibi daha küçük atıf sayılarına sahip ancak yüksek bağlantı gücüne sahip ülkelerin ağ içindeki stratejik önemini vurgulamaktadır. Bu tür analizler, ülkeler arası araştırma iş birliklerinin geliştirilmesine yönelik stratejik kararlar alınmasında faydalı olabilir.

WoS veri tabanından elde edilen yayınlara yapılan atıfların yıllar bazında durumunun gösterildiği Görsel 3 analiz edildiğinde 2004 yılına kadar yatay düzeyde ilerleyen atıf sayısının bu tarihten sonra artarak devam ettiği ve bu artışın sadece pandemi döneminde azaldığı görülmektedir. Araştırma kapsamında incelenen 526 makaleye 5590 atıf yapılmıştır. En fazla atıf yapılan ilk yıl 28 yayına 520 atıf ile 2022 yılı ilk sırada, 33 yayına 502 atıfla 2021 ikinci sırada ve 36 yayına 455 atıfla 2020 yılı üçüncü sırda yer almaktadır. 2023 ve 2024 yıllarında 15 yayın olmasına karşın her iki yılda da 408 atıf alınmıştır.2012 yılında 42 yayın ile en fazla yayının yapıldığı yıl olmasına karşılık atıf sayısının 197 de kaldığı görülmüştür.



Görsel 3 Yayın ve Atıfların Yıllık Analizi

Yayın ve atıfların yıllık analizine göre; atıf sayılarındaki artış, akademik literatürün büyümesine ve araştırma alanlarındaki genişlemeye paralel olarak gerçekleşmiştir. Ancak, her yıl yapılan yayın sayısı ve alınan atıf sayısı arasında her zaman doğrusal bir ilişki yoktur. Özellikle 2012 gibi yıllarda yüksek sayıda yayın yapılmış olsa da atıf alımında daha düşük bir performans sergilenmiştir.

Aldığı atıf sayısına göre ilk 10 çalışmanın; yayın yılı, aldığı yıllık ortalama atıf sayısı, 1975-2020 arası atıf sayısı ve son 4 yıl özelindeki atıf sayısı Çizelge 3'te gösterilmiştir. Atıf alan çalışmalar yazarlarına göre analiz edildiğinde ise Burton, A. K.; Balague, F. and etc.'nın 2006 yılında yayınladığı "European guidelines for prevention in low back pain" isimli çalışmanın 313 atıf ile baskın şekilde ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Ayrıca yeni yayın sayısına paralel

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

olarak alınan atıfların birçoğunun 2007 yılı sonrasına ait olduğu görülmektedir.

Çizelge 3 Makale Yazarlarına Göre Atıf Sayıları Analizi

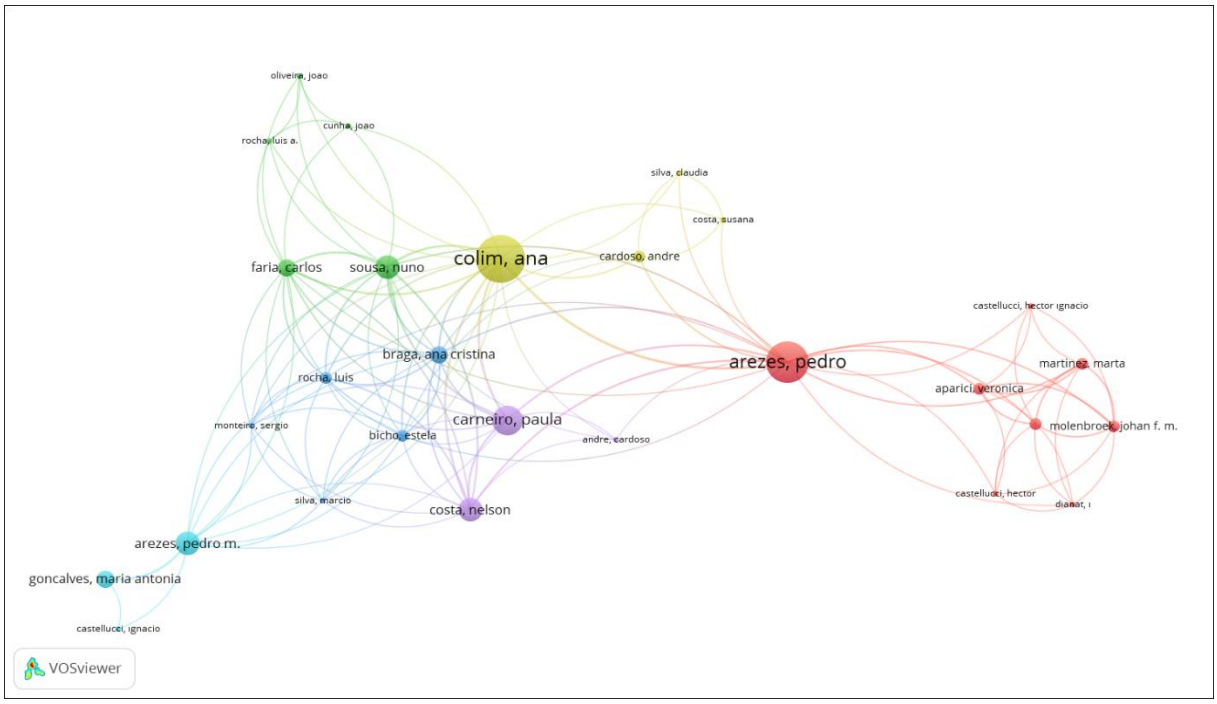
Yazarlar	Yayın Yılı	Toplam	Yıllık Ort.	1975-2020	2021	2022	2023	2024
Burton, A. K.; Balague, F. and etc.	2006	313	16,47	252	18	24	12	7
Panagiotopoulou, G; Christoulas, K; Papanckolaou, A; Mandroukas, K	2004	148	7,05	120	11	8	5	4
Gouvali, M. K.; Boudolos, K.	2006	138	7,26	105	11	13	4	5
Murphy, S; Buckle, P; Stubbs, D	2004	122	5,81	107	8	2	4	1
Amick, BC; Robertson, MM; DeRango, K; Bazzani, L; Moore, A; Rooney, T; Harrist, R	2003	119	5,41	97	6	8	7	1
Murphy, Sam; Buckle, Peter; Stubbs, David	2007	102	5,67	91	5	3	2	1
Milanese, S; Grimmer, K	2004	102	4,86	88	6	5	2	1
Trevelyan, FC; Legg, SJ	2006	92	4,84	83	3	6	0	0
Knight, G; Noyes, J	1999	92	3,54	76	6	3	5	2
Chaudhury, Habib; Mahmood, Atiya; Valente, Maria	2009	85	5,31	62	8	4	8	2

Makale yazarlarına göre atıf sayıları analizi verilerine göre, bilimsel çalışmaların zaman içindeki etkisini, hangi alanların daha fazla ilgi gördüğünü ve eski çalışmaların güncelliğini yitirmesiyle alıntı sayılarındaki düşüşü yansıtmaktadır. Burton ve Balague gibi araştırmacılar literatürde öne çıkarken, bazı diğer araştırmalar zamanla daha az alıntılanmış. Bu tür analizler, araştırmaların ne kadar kalıcı olduğunu ve hangi konuların araştırmacılar tarafından daha çok ilgi gördüğünü anlamamıza yardımcı olur.

3.5. Ortak Yazar Analizi (Co-authorship of Authors)

Yazarların ortak yazarlık analizine göre, en fazla bağlantılı ve iş birliği yapan yazarları tespit etmek üzere en az 1 yayın ve en az 1 atıf kriteri belirlenerek ağ haritası oluşturulmuştur. Aralarında en yüksek bağlantı bulunan isimler arasında yapılan analize göre toplam 6 küme oluştuğu, 28 yazarın analizde yer aldığı ve toplam 120 bağlantı görülmektedir. Arazes, pedro nun yer aldığı 1.küme 7 makale ve 19 bağlantı içermekte ve toplam bağlantı etkisi 34 olarak belirtilmektedir. Colim, ananın bulunduğu 4.küme ise 8 makale ve 18 bağlantı olmasına karşılık toplam bağlantı gücü 39 olarak belirlenmiştir. En çok atıf alan yazarların en bağlantılı yazarlar olmadığı ayrıca görülmektedir. En çok eser üreten yazarlar da en bağlantılı yazarlar arasında görünmemektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



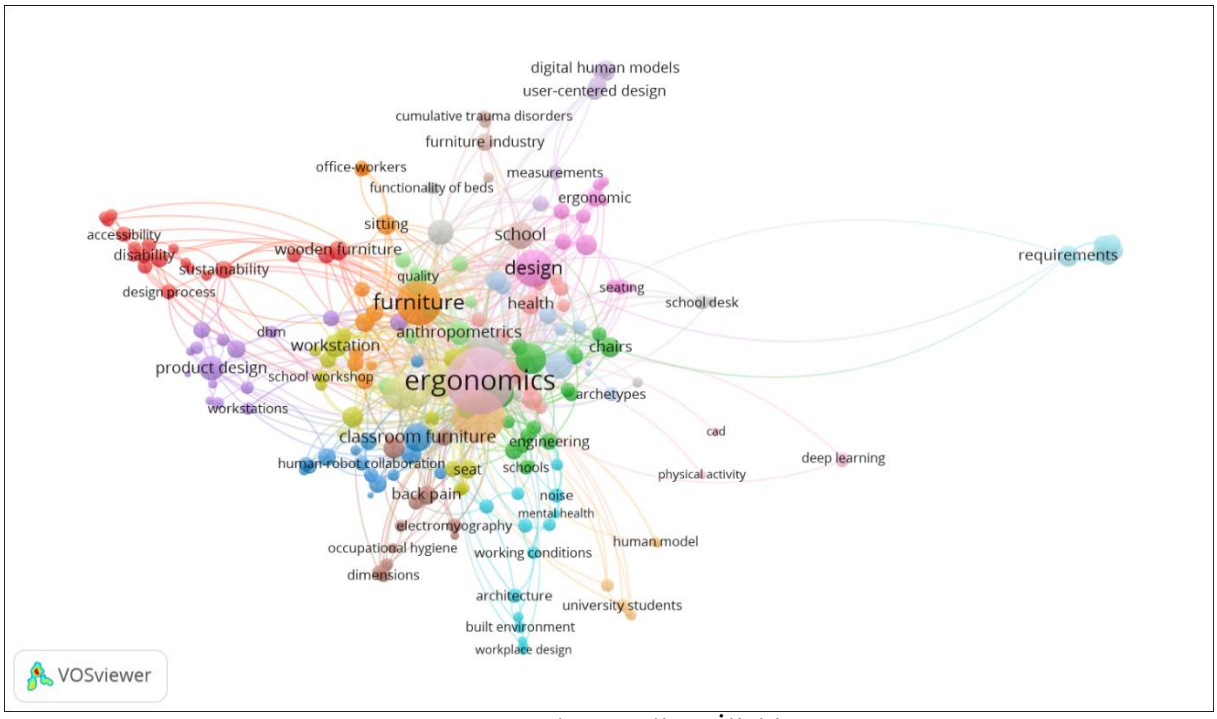
Görsel 4. Yazarlar arası iş birliğini gösteren ortak yazar bağları

Yazarlar arası iş birliğini gösteren ortak yazar bağları analizine göre; en çok atıf alan yazarların veya en fazla eser üreten yazarların her zaman en bağlantılı yazarlar olmadığını göstermektedir. Bu durum, iş birliği dinamiklerinin yalnızca atıf ve eser üretiminden daha karmaşık bir yapıya sahip olduğunu ve yazarlık ağlarındaki etkilerin farklı faktörlerden etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, yazarların ortaklık kurma süreçlerinin, atıf ve üretimden bağımsız olarak, ağ üzerindeki ilişkiler ve etkileşimlerle şekillendiğini vurgulamaktadır.

3.6. Anahtar kelime ilişkisi

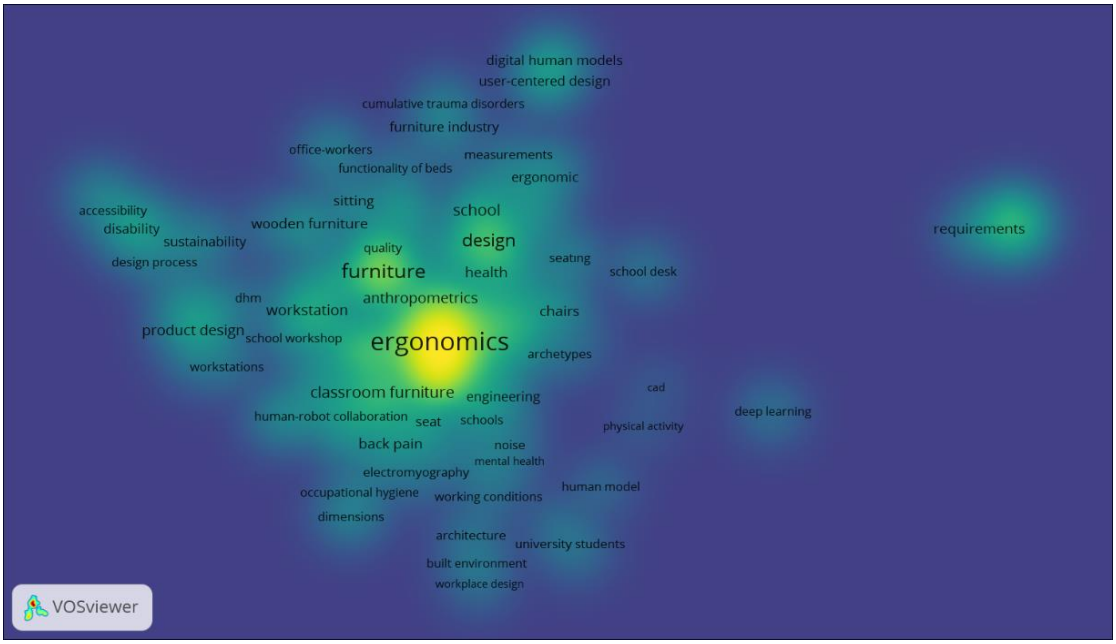
İlişkili kavram haritalandırmasına göre 526 mobilya ergonomisi kavramı ile 1341 anahtar kavram kullanılmıştır. Mobilya ergonomisi kavramının en fazla beraber kullanıldığı 11 anahtar kelime ergonomi (169), antropometri (68), mobilya (39), okul mobilyaları(33), tasarım(27), iskelet bozuklukları (23), mobilya tasarımı (17), Postür(17) olarak kademeli şekilde azalarak devam etmektedir. Anahtar kelimelerin ilişki kavram haritası Görsel 5'te verilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 5 Anahtar Kelime İlişki Ağı

Anahtar kelime ilişki ağı verileri analiz edildiğinde; mobilya ergonomisi kavramı, en çok "ergonomi", "antropometri" ve "mobilya" gibi anahtar kelimelerle ilişkilendirilmektedir. Bu durum, mobilya ergonomisinin temelde insan vücudu ve rahatlıkla olan etkileşimi üzerinde yoğunlaştığını göstermektedir. Ayrıca, okul mobilyaları, tasarım, iskelet bozuklukları, mobilya tasarımı ve postür gibi kavramlar da bu alandaki önemli temaları ortaya koymaktadır. Bu bulgular, mobilya ergonomisinin sadece tasarım ve estetik değil, aynı zamanda sağlık ve konfor unsurlarını da göz önünde bulunduran bir disiplin olduğunu vurgulamaktadır. Anahtar kelime ısı haritası olarak Görsel 6'da verilmiştir.



Görsel 6: Anahtar kelime ısı haritası

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

WoS üzerinden elde edilen verilerin değerlendirmesi sonucu Türkiye'de bulunan araştırmacılara ait 19 makale olduğu tespit edilmiştir. Bu makalelerle ilgili bilgiler atıf sayısına göre Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4 Türkiye'den Yapılan Makalelerin Analizi

Yazarlar	Yayın Adı	Atıf Sayısı	Yayın Yılı
Liu, Y; Hu, WA; Kasal, A; Erdil, YZ	The State of the Art of Biomechanics Applied in Ergonomic Furniture Design	110	2023
Erkan, I	A system proposal for rapid detecting of anthropometric data and affecting design strategies	109	2020
Akyuz, KC; Yildirim, I; Gungor, C	Validation of a pre-existing safety climate scale for the Turkish furniture manufacturing industry	75	2020
Satir, B; Erdogan, FÇ	Comparison of classroom furniture to anthropometric measures of Turkish middle school students	45	2021
Tasdemir, C; Yildirim, Y; Uysal, M; Angin, N; Ertas, M	Investigation of Indoor Noise Pollution Level and Air Quality of Furniture Manufacturers	43	2024
Acar, M; Erdil, YZ; Ozcan, C	Computer-aided ergonomic analysis of primary school furniture dimensions	43	2023
Guengoer, C	Comparison of Ergonomic Design Approaches for Office Chairs by Accommodation Level	43	2022
Cheng, YF; Tor, O; Hu, LL; Zheng, W; Yu, YM	Ergonomics of a Chinese Folk Bamboo Lounge Chair	40	2020
Sari, MI; Sahin, I	Ergonomic Analysis Based on Digital Human Modelling: Adjustable School Furniture Design for Secondary School Students	40	2020
Binboga, E; Korhan, O	Posture, Musculoskeletal Activities, and Possible Musculoskeletal Discomfort Among Children Using Laptops or Tablet Computers for Educational Purposes: A Literature Review	33	2014
Kizilkan, G; Türkyilmaz, CÇ	A Study on Examining the Concept of Ergonomics in Preschool Educational Buildings Designed with Sustainable Architectural Approach Through the Sample of Bahriye Ucok Ecological Kindergart	32	2021
Kahya, E	Mismatch between classroom furniture and anthropometric measures of university students	30	2019
Aras, R; Çinar, H; Sezen, M	Furniture Design For the Rehabilitation of Disabled People	19	2008
Hu, LL; Tor, O; Duan, PZ; Zhang, JL; Yu, XH	Effect of Body Mass Index on Sitting Pressure Distribution on Seat Cushion	17	2019
Chatzikonstantinou, I; Bengisu, E	Interior Spatial Layout with Soft Objectives using Evolutionary Computation	13	2016
Keller, E; Özalp, T; Strasser, H	Maximum Torque and Muscle Strain While Using Screwdrivers with Clean and Contaminated Surfaces in Bi-Directional Use	13	2007
Kuzman, MK; Ayrilmis, N	Smart home as clever and healthy co-lıvıng concept for elderly	5	2020
Demirarslan, D	Desıgn prıncıples and standardızatıon of seatıng furnıture ın the hıstorıcal process	4	2015
Bal, A; Salkin, C; Bolturk, E	An Aspect Designing an Ergonomic Dentist's Room: Survey of Appropriate Room Design among Dentists	3	2013

Çizelge 4'e göre ergonomik mobilya tasarımı ve ilgili alanlardaki çalışmaların oldukça aktif olduğunu ve son yıllarda (2020 sonrası) büyük bir artış gösterdiğini ortaya koyuyor. Bu çalışmalar, genellikle insan sağlığını ve konforunu iyileştirmeye yönelik pratik çözümler üretmekte, ayrıca iç mekân kalitesi ve güvenlik gibi faktörlere de odaklanmaktadır.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Bu çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular, mobilya ergonomisi alanındaki araştırmaların zaman içinde nasıl geliştiğini ve bu alandaki önemli eğilimleri ortaya koymaktadır. Web of Science (WoS) veritabanı kullanılarak yapılan bibliyometrik analiz, mobilya ergonomisi üzerine yapılan 526 akademik çalışmanın detaylı bir şekilde incelenmesini sağlamıştır.

Öncelikle, mobilya ergonomisinin son yıllarda özellikle ergonomi, endüstriyel mühendislik ve iş sağlığı alanlarında önemli bir araştırma konusu haline geldiği görülmüştür. 2012 ve 2019 yıllarında yapılan yüksek sayıdaki yayınlar, bu dönemdeki akademik ilginin arttığını gösterirken, yıllar içinde bu alandaki bilimsel çalışmaların sürekli bir artış gösterdiği belirlenmiştir. ABD ve Çin gibi büyük bilimsel merkezler, mobilya ergonomisi alanında en fazla yayın yapan ülkeler olarak dikkat çekmektedir. Türkiye ise 19 yayın ile bu alandaki aktif katkısını sürdürmekte ve araştırma ağında önemli bir yer edinmektedir.

Analizler, mobilya ergonomisi ile ilgili yapılan araştırmaların büyük kısmının ergonomi ve endüstriyel mühendislik alanlarında yoğunlaştığını, bu çalışmalarda en çok "ergonomi", "antropometri" ve "mobilya" gibi anahtar kelimelerin kullanıldığını ortaya koymuştur. Bu durum, mobilya ergonomisinin sadece tasarım ve estetik değil, aynı zamanda sağlık, konfor ve insan vücudunun biyomekanik etkileşimi üzerine de odaklandığını göstermektedir. Ayrıca, okul mobilyaları, tasarım, postür ve iskelet bozuklukları gibi temaların ön plana çıkması, mobilya ergonomisinin kullanıcı sağlığı ve konforu ile doğrudan bağlantılı bir disiplin olduğunu ortaya koymaktadır.

Yayınlar arasında yapılan atıf analizleri, mobilya ergonomisi alanında önemli bir bilgi birikiminin oluştuğunu ve araştırmaların giderek daha fazla ilgi gördüğünü göstermektedir. Bununla birlikte, yayın sayısındaki artışa rağmen atıf sayılarının her zaman doğrusal bir ilişki göstermediği, bazı yıllarda yüksek sayıda yayın yapılmış olsa da atıf sayısının düşük kaldığı tespit edilmiştir. Bu durum, belirli çalışmaların bilimsel etkilerinin zamanla azalabileceğini, ancak bazı anahtar araştırmaların uzun vadeli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Yazarlar arasındaki iş birliği analizleri, ortak yazar ilişkilerinin ve atıf ağlarının, yalnızca makale üretimi ve atıflar üzerinden değerlendirilmesinin ötesinde daha karmaşık bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Yazarlar arasındaki iş birliğinin, doğrudan atıf ve üretimden bağımsız olarak farklı faktörlerden etkilendiği ve bazı ülkelerin, özellikle Hollanda gibi daha küçük atıf sayılarına sahip ülkelerin, ağ içindeki stratejik öneminin vurgulandığı bulunmuştur.

Sonuç olarak, bu çalışma mobilya ergonomisi alanındaki araştırma eğilimlerini, boşlukları ve gelecekteki araştırma fırsatlarını belirleyerek, bu disiplinin gelişimine katkı sağlamaktadır. Mobilya ergonomisi, insan sağlığı, konforu ve işlevselliği arasındaki etkileşimi anlamak adına önemli bir araştırma alanı olup, mühendislik, sağlık bilimleri ve tasarım gibi farklı disiplinlerin iş birliği içinde ele alınması gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır. Bu bağlamda, gelecekteki çalışmaların bu alandaki teorik ve pratik boşlukları doldurması ve daha geniş bir disiplinler arası yaklaşımı benimsemesi beklenmektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

KAYNAKÇA

Börner, K., Chen, C., Boyack, K. W. (2004). *Visualizing knowledge domains*. In *Mapping knowledge domains* (pp. 1-32). Springer.

Bordons, M., Zulueta, M. A., & Fernández, M. T. (2002). *Bibliometric indicators for research assessment*. *Research Evaluation*, 11(3), 249-257.

Garfield, E. (1972). *Citation analysis as a tool in journal evaluation*. *Science*, 178(4060), 471-479.

Garfield, E. (2009). *The impact factor: A brief history*. *The Scientist*, 23(3), 16.

Hirsch, J. E. (2005). *An index to quantify an individual's scientific research output*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(46), 16569-16572.

Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2016). *The journal coverage of Web of Science and Scopus: A comparative analysis*. *Scientometrics*, 106(1), 213-228.

Priem, J., Piwowar, H., & Hemminger, B. M. (2012). *Altmetrics: A manifesto*.

Mardiastuti, A., Masy'ud, B., Ginoga, L. N. ve Sastranegara, H. (2021). *Describing and Visualizing the Progress of Ethnozoology in Indonesia by Using VOSviewer*. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing.*771(1-012004).

Van Eck, N. J. & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. Scientometrics, 84(2), 523-538.

Liu, Y., Jiang, S., Zhang, L., Zheng, H., Zhang, T., Zhang, J., Lu, X. (2023). Worldwide productivity and research trend of publications concerning tumor immune microenvironment (time): a bibliometric study. European Journal of Medical Research, 28, (229), 1-14. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2708181/v1

Zhang, H., Wong, L. P., & Hoe, V. C. W. (2023). Bibliometric analyses of turnover intention among nurses: implication for research and practice in china. Frontiers in Psychology, 14, 1-8. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1042133.

Arruda, H., Silva, E. R., Lessa, M., Proença Jr, D., & Bartholo, R. (2022). VOSviewer and Bibliometrix. Journal of the Medical Library Association: JMLA, 110(3), 392-395.

Van Eck, N. J. & Waltman, L. (2023). VOSviewer manual for VOSviewer version 1.6.20. Universiteit Leiden: CWTS. Vosviewer (2024, Temmuz, 02). Contact. https://www.vosviewer.com/contact.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

AHŞAP RESTORASYONU İLE İLGİLİ BİLİMSEL YAYINLARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

Mehmet Nuri YILDIRIM
mnyildirim@karabuk.edu.tr
https://orcid.org/0000-0002-0180-4479
Süleyman ÖZCAN
suleymanozcan@karabuk.edu.tr
https://orcid.org/0000-0003-3583-7911

Özet

Bu çalışmada; İnsanların geçmişten günümüze kadar birçok alanda kullandığı, doğal ve yenilenebilir bir malzeme olan ahşap malzemenin restorasyonu ile ilgili çalışmalar incelenmiştir. Ahşap restorasyonu ahşabın kullanıldığı ürünlerin ömrünü arttırmak, estetik ve yapısal özelliklerini korumak adına önemli bir çalışma alanıdır. Çalışmada akademik alanda ahşap restorasyonu kavramını incelemek ve nicel veriler ışığında yapılan çalışmaların haritasını çıkarmak hedeflenmiştir. Bu kapsamda konu ile ilgili yapılan makaleler araştırılmıştır. Bibliyometrik analiz yöntemi kullanılarak yapılan analizler araştırmacıların dikkatine sunularak, konu ile ilgili araştırma alanlarının ve boşlukların belirlenmesi hedeflenmiştir. Analiz veri tabanı olarak Web of Science veri tabanı kullanılmıştır. Herhangi bir yıl sınırlaması yapılmadan konu ile ilgili farklı türdeki yayınların bibliyometrik analizi yapılmıştır. Ahşap restorasyonu ile ilgili 256 çalışma belirlenmiştir. Çalışmaların yayın yıllarına göre dağılımına bakıldığında, en fazla 2019 yılında 26 çalışma olarak bir yoğunluk olduğu görülmüştür. En fazla yayın yapan ülkeler ABD 79 yayın ve İngiltere 24 yayın olarak görülmüştür. WOS kategorilerinde en fazla Çevre bilimleri alanında 60 çalışma, daha sonra Ekoloji alanında 54 çalışma yapıldığı görülmüştür. Anahtar kelime olarak ise restorasyon ve ahşap kelimeleri öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ahşap, Restorasyon, Bibliyometrik Analiz.

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS ON WOOD RESTORATION

Abstract

This study examines works related to the restoration of wood, a natural and renewable material used by humans across various fields from the past to the present. Wood restoration is an important area of study to extend the lifespan of wood-based products and preserve their aesthetic and structural properties. The aim of this study is to explore the concept of wood restoration in academic literature and map out the works conducted based on quantitative data. In this context, articles related to the subject were investigated. Using bibliometric analysis, the results were presented to researchers to identify research areas and gaps related to the topic. The Web of Science database was used as the analysis database. A bibliometric analysis of various types of publications on the topic was conducted without any year limitation. A total of 256 studies on wood restoration were identified. When examining the distribution of studies by publication year, the highest concentration of 26 studies was observed in 2019. The countries with the most publications were the USA with 79 publications and the UK with 24 publications.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

In the Web of Science categories, the largest number of studies was in Environmental Science (60 studies), followed by Ecology (54 studies). The key terms that stood out were restoration and wood.

Keywords: Wood, Restoration, Bibliometric Analysis.

1. GİRİŞ

Ahşap restorasyon, tarihi niteliğe sahip ahşap malzemeden inşaa edilmiş yapıların ilk hallerine getirmeye yönelik uygulanan yöntem ve teknikler sürecidir. Bu süreç, tarihî binalar, mobilyalar, heykeller ve diğer ahşap eserlerin uzun ömürlü olmalarını sağlamak için kapsamlı bir çalışma gerektirebilir. Ahşap restorasyonu, tarihi ve kültürel mirası koruma, estetik değeri artırma ve çevresel sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Ahşap restorasyon aynı zamanda çevre dostu bir yaklaşımı da benimser. Geleneksel teknikleri modern teknolojiyle birleştirir ve mümkün olduğunca doğal malzemeler kullanılır(URL-1).

Kültür varlıklarının korunmasındaki temel yaklaşım, sürekli bakımın sağlanmasıdır. Restorasyon uygulamalarına geçmeden önce yapılan araştırmalar ve belgeleme çalışmaları, yapıyı ayrıntılı bir şekilde tanınmasını sağlar. Ön araştırmalar sonucunda elde edilen bilgiler doğrultusunda, restorasyonun nasıl ve hangi teknikle yapılması gerektiği belirlenir(Ahunbay, 2011; Kesik ve ark., 2016). Bu sürecin doğru bir şekilde yönlendirilmesi için ahşap restorasyonu ile ilgili literatür taraması yapılması gerekmektedir. Literatür taramasında ise bibliyometrik analiz tekniğinden faydalanılır. Bu teknik, önceki çalışmaların sayısal verilerini inceleyerek, alanla ilgili mevcut bilgilerin derinlemesine anlaşılmasına katkı sağlar.

Ahşap restorasyonu ile ilgili çalışmaların son zamanlarda olabildiğince arttığı ve konu ile ilgili literatürün oluştuğu görülmektedir. Bu literatür, ahşap malzemelerin korunması, onarımı ve restorasyonu ile ilgili farklı disiplinlerden bilim insanları ve uzmanların katkılarıyla şekillenmiştir. Ahşap restorasyonu alanındaki bilimsel yayınları, araştırma konularının zaman içindeki gelişimi, bu alandaki bilgi birikimini izlemek ve değerlendirmek için sistematik bir analiz gereklidir. Bu noktada, bibliyometrik analiz, literatürdeki yayınların niceliksel ve nitel değerlendirmesini sağlayarak hangi alanların daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyduğunu ve hangi tekniklerin daha çok tercih edildiğini belirlemeye yardımcı olur. Bibliyometrik analizinde BibExcel, Pajek, Bibliometrix, SciMAT, VOSviewer gibi paket programlar kullanılmaktadır.

VOSviewer, bibliyometrik analiz, veri görselleştirme ve akademik atıf ilişkilerini analiz etmek ve incelemek amacıyla araştırmacılar tarafından kullanılan bilimsel haritalar oluşturmaya olanak sağlayan bir veri analizi yazılımıdır. Bibliyometrik analizler ise akademik ve sektörel araştırmalarda araştırma alanlarındaki eğilimleri, ilişkileri ve gelişmeleri anlamak için kullanılan bir araçtır. VOSviewer, bibliyometrik ağları oluşturmak, görselleştirmek ve daha anlamlı bir biçimde sunmak için kullanılan en etkili yazılım araçlarından birisi olarak karşımıza çıkmaktadır(Dereli, 2024).

Van Eck ve Waltman (2010), VOSviewer yazılımının bibliyometrik haritalar oluşturmak için kullanılmasının gerektiğini ve bu yazılımın çeşitli analiz teknikleriyle araştırmacılara önemli

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

avantajlar sunduğunu belirtmişlerdir. VOSviewer'ı diğer araçlardan ayıran en önemli özellik, büyük veri setlerini görsel hale getirerek, bu veriler üzerinde derinlemesine analizler yaparak araştırma alanlarındaki eğilimleri anlamlandırabilmesidir (Zhang vd., 2023; Mokhtari vd., 2019). Yazılım, bibliyometrik ağları uzaklık tabanlı görselleştirme ile sunarken (Liu vd., 2023), metin madenciliği tekniklerini de kullanmaktadır (Zhang vd., 2023). VOSviewer, esasen bibliyometrik ağları analiz etmek için tasarlanmış olsa da her türlü ağ verisiyle ilgili haritalar oluşturmak, görselleştirmek ve keşfetmek amacıyla da kullanılabilir (Van Eck ve Waltman, 2023, s. 3). VOSviewer'ın en dikkat çekici özellikleri arasında, programlama bilgisi gerektirmemesi, kullanıcı dostu bir grafik arayüz ile erişilebilmesi, farklı veri tabanlarından dosya kabul edebilmesi ve alternatif yazılımlara kıyasla daha esnek ve duyarlı olması sayılabilir (Arruda vd., 2022).

Bu çalışma, ahşap restorasyonu ile ilgili bilimsel yayınların bibliyometrik analizini yaparak akademik eğilimleri, araştırma konularını, en çok atıf alan makaleleri, bu alandaki ve araştırmacıları incelemeyi amaçlamaktadır. Bibliyometrik analiz, literatürdeki gelişmeleri ve yenilikleri anlamanın yanı sıra gelecekteki araştırmalar için potansiyel yönleri ortaya koymaya katkıda bulunacaktır.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada, "Wood Restoration" kavramına ilişkin uluslararası literatürü incelemek amacıyla bibliyometrik analiz ve bilimsel haritalama yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında elde edilen veriler, "Web of Science (WoS)" veri tabanından sağlanmıştır. WoS veri tabanının tercih edilmesinin nedeni, etki faktörü yüksek dergilerin büyük bir kısmını içermesi ve bibliyometrik analizler için kapsamlı bir içerik sunarak analiz süreçlerini kolaylaştırmasıdır. Çalışmanın odak noktası, mobilya ergonomisi kavramını daha derinlemesine incelemek olduğu için yalnızca uluslararası makaleler taranmıştır ve literatürde bu kavrama yönelik " wood restoration " anahtar kelimesi kullanılarak veri toplanmıştır. Veriler, 1990 ile 2024 yılları arasında yayımlanan makalelerden seçilmiştir.

Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmaların sosyal ağ analizi ile değerlendirilmesi ve görsel hale getirilmesi giderek daha yaygın hale gelmiştir. Bu tür analizler için önde gelen bir araç olan VOSviewer, yazarlar, yazarlar arasındaki bağlantılar, atıflar ve bibliyografik eşleşmeleri görselleştirerek önemli bilimsel ağları ortaya koymaktadır (Mardiastuti, 2021). VOSviewer, bibliyometrik ağlar oluşturma ve görselleştirme temeline dayalı bir yazılımdır ve bu çalışma kapsamında da yazarlar arası ilişkiler ve makale bağlantıları detaylı bir şekilde incelenmiş ve analiz edilmiştir. Çalışma sırasında;Yayın Sayısının Yıllara Göre Dağılımı, Makalelerin Yayınlandığı WoS Kategorisi, Ülkelere Göre Dağılım, Ülkeler Arası Ortak Yazar ve Atıflar, Ortak Yazar Analizi (Co-authorship of Authors) ve Anahtar Kelime İlişkisi sorulara yanıt aranmıştır

24/11/2024 tarihinde, "wood restoration" anahtar sözcüğüyle Web of Science'da "yazar anahtar kelime" seçilerek yapılan aramada 256 sonuç elde edilmiştir. Yayın yılı en eski 1990 ve en yeni 2024 olmak üzere farklı disiplinlerden yayınlar bibliyometrik analiz yöntemi ile araştırılmış ve

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

incelenmiştir. Çalışmalar bibliyometrik parametreler açısından incelenmiş ve önerilerle literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Bu çalışmada araştırmaların niteliği ve güvenilirliği bakımında Web of Science veri tabanı seçilmiştir. Web of Science veri tabanı gelişmiş analiz seçenekleri ile istenilen alanda yoğunlaşmamızı sağlayan veri setini arttırmamıza veya azaltmamıza imkân sağlayan bir arayüze sahiptir. Bu sayede farklı disiplinleri ekleme veya çıkarma olanağı sunarak çalışmanın niteliğini arttırmamıza imkân sağlamaktadır. Makalelerin daha kapsamlı değerlendirme sağlayacağı kanaati ile sadece uluslararası makaleler taranmıştır.

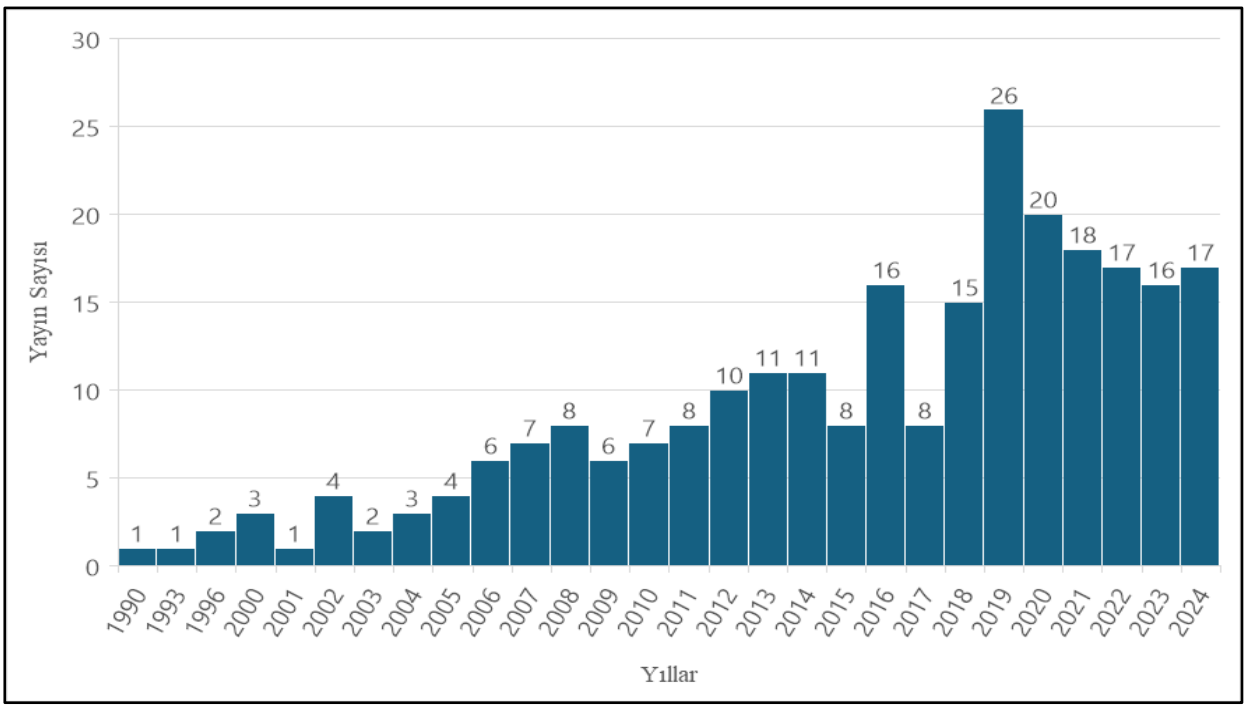
3. BULGULAR

Bu çalışmanın bulguları, çeşitli başlıklar altında yapılan bibliyometrik analizlerle sunulmuştur. Analiz edilen başlıklar şunlardır: Yayın sayısının yıllara göre dağılımı, makalelerin yayımlandığı Web of Science (WoS) kategorileri, ülkeler bazında dağılım, ülkeler arası ortak yazar ilişkisi ve atıflar, ortak yazar analizi ve anahtar kelime ilişkileri. Bu analizler doğrultusunda elde edilen veriler, uygun Çizelgeler ve görsellerle sunulmuştur.

3.1. Yayın Sayısının Yıllara Göre Dağılımı

Araştırma kapsamında ahşap koruma anahtar kelimesi WOS veri tabanında taranmış ve tarama sonucu elde edilen 256 çalışmanın tamamı kullanılmıştır. Görsel 1'de verilen yıllara göre yayın sayısı dağılımı grafiğinde 2024 yılına kadar düzensiz olsa da yayınlarda ciddi artış eğilimi olduğu görülmektedir. 2019 yılında 26 yayın ile maksimum yayın sayılarına ulaşıldığı görülmüştür. 2019 yılından sonraki yıllarda makale sayısı hiçbir yılda 15 makalenin altına düşmemiş ve makale sayılarında yatay bir seyrin devam ettiği görülmüştür. 2019 yılında ani bir yükseliş meydana geldiği görülmüştür. Dinamik bir yapıya sahip olan ahşap koruma ile ilgili çalışmalar dönemsel ani yükselişler ve devamlı artış eğilimi göstererek literatürde daha fazla yer alan ve popüler bir konu olarak görülmektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 1. Yayın Sayısının Yıllara Göre Dağılımı

3.2. Makalelerin Yayınlandığı WOS Kategorileri

Ahşap restorasyonu kavramı ile ilgili çalışmaların WOS kategorilerine göre dağılımı Çizelge 1'de görülmektedir. Tarama sonucunda çevre bilimleri kategorisinde 60 çalışma ile en fazla çalışmanın olduğu görülmektedir. Bu alanı ekoloji 54 ve ormancılık 44 çalışma ile takip etmektedir. Çalışmaların farklı mühendislik alanlarında yoğunlaştığı görülmektedir.

Çizelge 1. Makalelerin Yayınlandığı WOS Kategori Çizelgesi

WOS Kategorisi	Sayı	WOS Kategorisi	Sayı
Çevre Bilimleri	60	Çok Disiplinli Malzeme Bilimi	10
Ekoloji	54	İnşaat Yapı Teknolojisi	9
Ormancılık	44	Beşerî Bilimler	9
Jeoloji	31	Limnoloji	9
Su Kaynakları	30	Malzeme Bilimi Kâğıt Ağaç	7
Fiziki Coğrafya	21	Bitki Bilimleri	7
Sanat	16	Analitik Kimya	6
Deniz Tatlı Su Biyolojisi	16	Balıkçılık	6
Biyoçeşitliliğin Korunması	15	Sürdürülebilir Bilim Teknolojileri	6
Çevre Çalışmaları	11	Arkeoloji	5
Mühendislik İnşaat	10	Kimya	5
Mühendislik Çevre	10	Diğerleri	79

3.3. Ülkelere Göre Dağılım

Çizelge 2'de yayın sayılarının ülkeler bazında dağılımı verilmiştir. Analiz edilen 256 makaleden 79' u ABD, 24 İngiltere, 23 İsveç olarak ilk üç sırayı aldığı görülmektedir. Makale sayısı 2'den az olan ülkeler diğerleri olarak gruplandırılmıştır ve bu grupta 16 farklı ülke bulunmaktadır. Toplamda 46 farklı ülkeden çalışma bulunmaktadır. Bu veriler ahşap koruma

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

kavramının küresel ölçekte ele alınan bir konu olduğunu ve dünya genelinde bilim insanlarının ilgisini çeken bir kavram olduğunu göstermektedir. Türkiye 3 makale ile 26. sırada yer almaktadır.

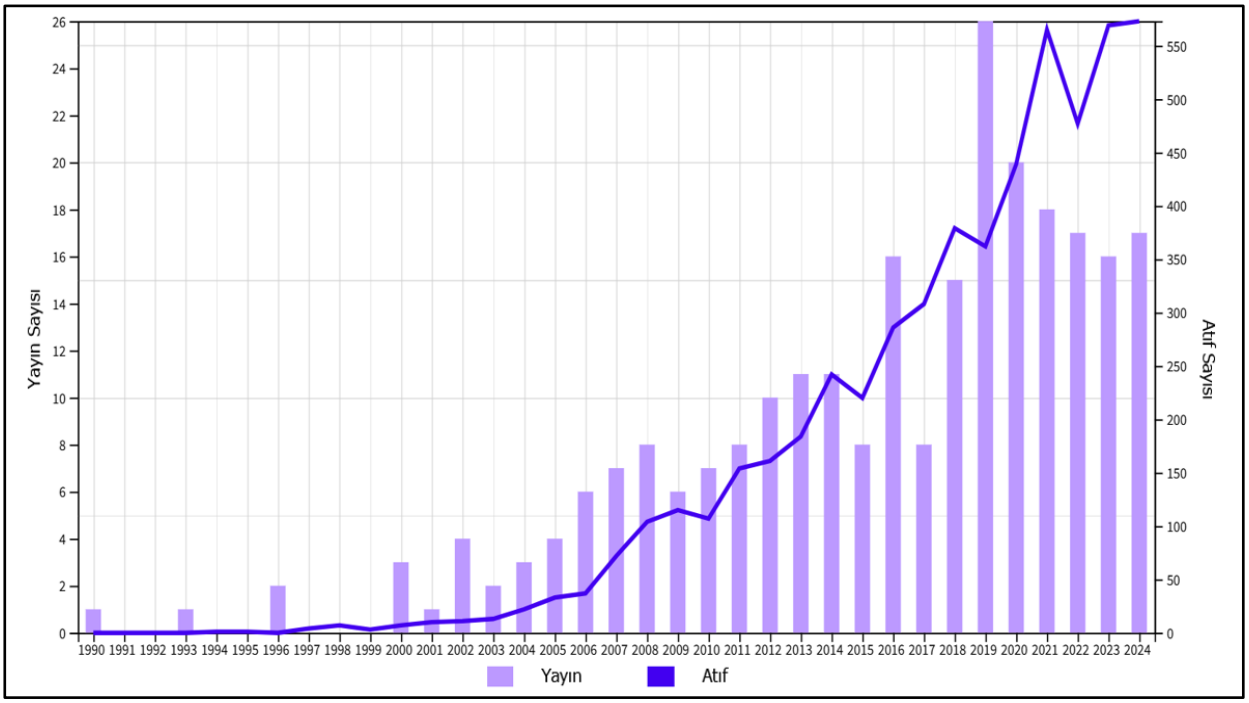
Çizelge 2 Yayın Sayılarının Ülkelere Göre Dağılımı

Sıra No	Ülke	Yayın Sayısı		Sıra No	Ülke	YAYIN Sayısı
1	ABD	79		17	Portekiz	7
2	İngiltere	24		18	Hırvatistan	6
3	İsveç	23		19	Polonya	5
4	Almanya	22		20	Çek Cumhuriyeti	4
5	Finlandiya	21		21	Danimarka	4
6	Avusturalya	20		22	Rusya	4
7	İtalya	18		23	Avusturya	3
8	Fransa	16		24	Belçika	3
9	İspanya	15		25	Şili	3
10	İsviçre	15		26	Türkiye	3
11	Kanada	14		27	Meksika	3
12	Estonya	9		28	Slovenya	3
13	Çin	9		29	Yunanistan	3
14	Romanya	8		30	Sırbistan	2
15	Brezilya	7		31	Diğerleri	16
16	Norveç	7				

3.4. Yayın ve Atıfların Yıllık Analizi

WoS veri tabanından elde edilen yayınlara yapılan atıfların yıllar bazında durumunun gösterildiği Görsel 2 analiz edildiğinde 1999 yılına kadar sıfıra yakın düzeyde ilerleyen atıf sayısının bu tarihten sonra artarak devam ettiği görülmektedir. Araştırma kapsamında incelenen 256 makaleye 5466 atıf yapılmıştır. En fazla atıf yapılan yıl 17 yayına 572 atıf ile 2024 yılı ilk sırada, 16 yayına 569 atıfla 2023 ikinci sırada ve 18 yayına 565 atıfla 2021 yılı üçüncü sırda yer almaktadır. 2019 yılında 26 yayın ile en yüksek yayın sayısına ulaşılmasına rağmen 362 ‘de kalmıştır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 2 Yayın ve Atıfların Yıllık Analizi

Aldığı atıf sayısına göre 90 atıfın üzerinde olan ilk 11 çalışmanın; yayın yılı, aldığı yıllık ortalama atıf sayısı, 1990-2020 arası atıf sayısı ve son 4 yıl özelindeki atıf sayısı Çizelge 3'te gösterilmiştir. Atıf alan çalışmalar yazarlarına göre analiz edildiğinde ise Collins, Brian D and etc.'nın 2012 yılında yayınladığı "The floodplain large-wood cycle hypothesis" isimli çalışmanın 228 atıf ile ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Seibold, Sebastian ve arkadaşlarının 2016 yılındaki yayınları atıf sayısı olarak 209 ile ikinci sırada yer almasına rağmen son 4 yıldaki yıldaki atıf sayısında diğer yayınlardan açık ara önde olması dikkat çekicidir.

Çizelge 3 Makale Yazarlarına Göre Atıf Sayıları Analizi

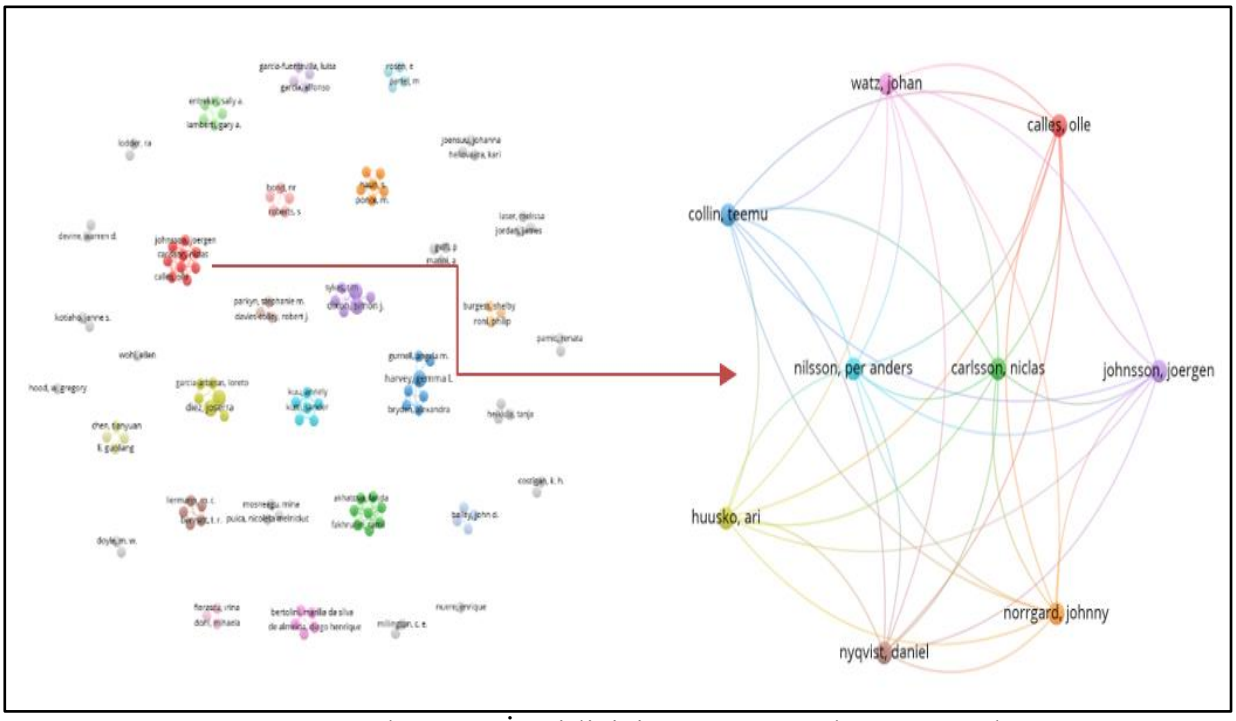
Yazarlar	**Yay. Yılı**	**Top.**	**Yıl. Ort.**	**1990-2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
Collins, Brian D.; Montgomery, David R.; Fetherston, Kevin L.; Abbe, Tim B.	2012	228	17,54	146	21	16	21	24
Seibold, Sebastian; Baessler, Claus; Brandl, Roland; Bueche, Boris; and all.	2016	209	23,22	86	32	30	35	26
Armesto, Juan J.; Manuschevich, Daniela; Mora, Alejandra; Smith-Ramirez, and all	2010	171	11,4	114	12	18	12	15
Brown, SL; Henry, CL; Chaney, R; Compton, H; DeVolder, PS	2003	171	7,77	145	12	7	4	3
Dixon, Simon J.; Sear, David A.; Odoni, Nicholas A.; Sykes, Tim; Lane, Stuart N.	2016	118	13,11	53	18	21	16	10
Birks, HJB	1996	103	3,55	95	1	1	4	2
Gelfi, P; Giuriani, E; Marini, A	2002	101	4,39	70	11	3	12	5
Fritz, Orjan; Heilmann-Clausen, Jacob	2010	100	6,67	62	8	8	12	9
Wohl, Ellen; Bledsoe, Brian P.; Fausch, Kurt D.; Kramer, Natalie and all	2016	97	10,78	47	15	16	7	12
Bernes, Claes; Macura, Biljana; Jonsson, Bengt Gunnar; Junninen, Kaisa; and all	2018	94	13,43	20	20	13	19	22
Sandstrom, Jennie; Bernes, Claes; Junninen, Kaisa; Lohmus, Asko; Macdonald, et all.	2019	92	15,33	15	17	16	23	21

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Araştırma kapsamında kullanılan 256 yayından 90 atıf üzerinde alan ilk 11 dışında kalan yayınlardan 70- 90 arası atıf alan 11 makale, 50-70 arası atıf alan 24 makale, 10-30 arası atıf alan 70 makale, 1-10 arası atıf alan 87 makale bulunmaktadır. Geriye kalan 42 makaleye ise hiç atıf yapılmamıştır.

3.5. Ortak Yazar Analizi

Yazarların ortak yazarlık analizine göre, en fazla bağlantılı ve iş birliği yapan yazarları tespit etmek üzere en az 1 yayın ve en az 1 atıf kriteri belirlenerek ağ haritası oluşturulmuştur. Aralarında en yüksek bağlantı bulunan isimler arasında yapılan analizde 125 yazar 33 küme oluşturmuştur. Toplam 226 bağlantı bulunmuştur. En güçlü toplam bağlantı etkisine sahip olan kümenin; 9 yazarın yer aldığı ve toplam 36 bağlantıya sahip Calles, Olle ve Carlsson, Niclas'ın yer aldığı 1. küme olduğu görülmektedir. En çok atıf alan yazarların en bağlantılı yazarlar olmadığı ayrıca görülmektedir. En çok eser üreten yazarlar da en bağlantılı yazarlar arasında görünmemektedir.

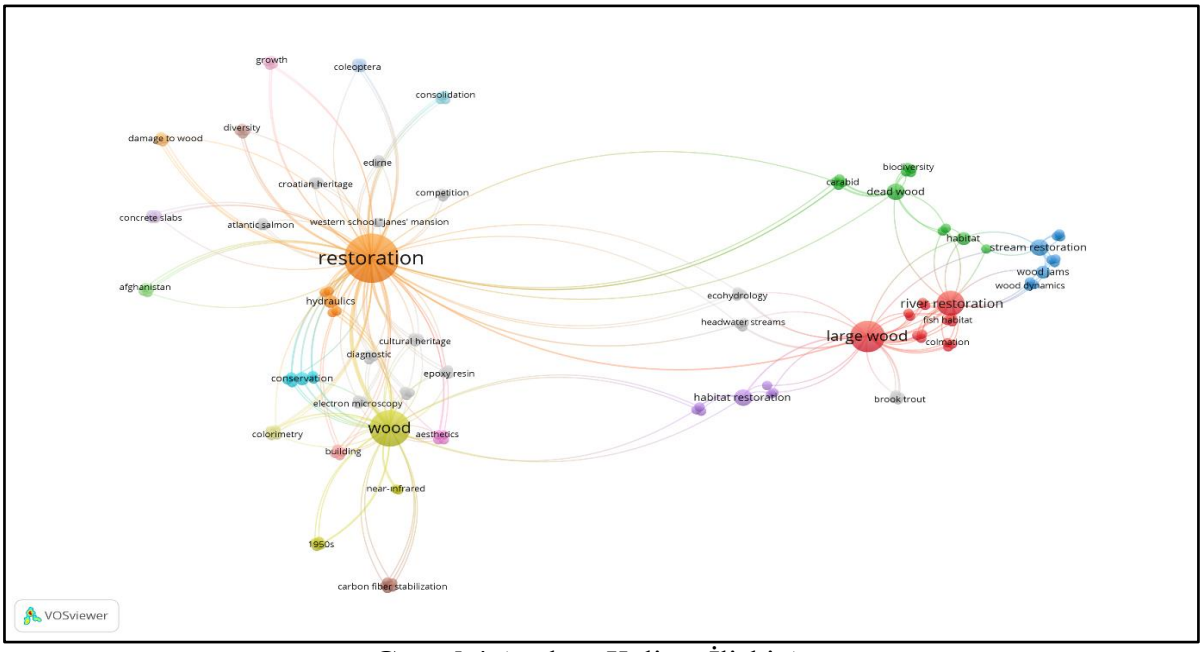


Görsel 3. Yazarlar Arası İş Birliğini Gösteren Ortak Yazar Bağları

3.6. Anahtar Kelime İlişkisi

İlişkili kavram haritalandırmasına göre 256 ahşap koruma kavramı ile 167 anahtar kavram kullanılmıştır. Ahşap koruma kavramının en fazla beraber kullanıldığı anahtar kelime restoration (27) olarak karşımıza çıkmaktadır. İkinci olarak wood (15), large wood (11), river restoration (7), dead wood(3), stream restoration (3), conservation (2) kademeli şekilde azalarak devam etmektedir. Anahtar kelimelerin ilişki kavram haritası Görsel 5'te verilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 4 Anahtar Kelime İlişki Ağı

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, ahşap restorasyonu alanındaki bilimsel yayınları bibliyometrik analiz yöntemiyle inceleyerek, literatürdeki gelişmeleri, araştırma eğilimlerini ve boşlukları ortaya koymayı amaçlamaktadır. Web of Science (WoS) veri tabanında "Wood Restoration" anahtar kelimesiyle yapılan tarama sonucunda 1990-2024 yılları arasında yayımlanan 256 makale analiz edilmiştir.

Sonuçlar, ahşap restorasyonu çalışmalarının giderek artan bir eğilim gösterdiğini ve 2019 yılından sonra makale sayısının sürekli arttığını göstermektedir. Ahşap restorasyonu ile ilgili en fazla çalışma çevre bilimleri, ekoloji ve ormancılık kategorilerinde yer almaktadır. ABD, İngiltere ve İsveç, bu alanda en fazla yayına sahip ülkeler arasında yer alırken, Türkiye 3 makale ile 26. sırada yer almaktadır. Araştırmaya yapılan atıflar 1999 yılından sonra artış göstermiş ve 2024 yılında en yüksek atıf sayısına ulaşmıştır. En çok atıf alan çalışma ise Brian D. Collins'in 2012 tarihli "The floodplain large-wood cycle hypothesis" adlı çalışmasıdır.

Yazarlar arasındaki iş birliği analizi, 125 yazarın 33 küme oluşturduğunu ve en güçlü bağlantının Calles ve Carlsson arasında olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, ahşap restorasyonu ile en çok ilişkili anahtar kelimenin "restoration" olduğu, ardından "wood" ve "large wood" gibi kavramların geldiği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, akademik çevrede ahşap restorasyonuna olan ilgi giderek artmaktadır. Bu tür çalışmaların gelecekte daha yoğun bir şekilde araştırılacağı görülmektedir.

5. KAYNAKÇA

Ahunbay, Z.,(2011) "Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon", ISBN : 9789757438380, *Yapı*

Arruda, H., Silva, E. R., Lessa, M., Proença Jr, D., & Bartholo, R. (2022). VOSviewer and Bibliometrix. *Journal of the Medical Library Association:* JMLA, 110(3), 392-395.

Dereli, A.B. (2024). "Bibliometric Analysis with Vosviewer" Communicata, 28, 1-7. *Endüstri Merkezi Yayınları*, İstanbul.

Kesik, H.K., Akyıldız, M.H., Çağatay, K., Karamanoğlu, M., Bıçak, S., Olgun,Ç., Tiftik, A.,(2016), "Ahşap Malzeme Restorasyonunda Yüzey Temizleme Yöntemleri" *Selcuk University Journal of Engineering Sciences (SUJES)* ISSN:2757-8828

Liu, Y., Jiang, S., Zhang, L., Zheng, H., Zhang, T., Zhang, J., Lu, X. (2023). Worldwide productivity and research trend of publications concerning tumor immune microenvironment (time): a bibliometric study. *European Journal of Medical Research,* 28, (229), 1-14. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2708181/v1

URL 1. https://www.koymenahsap.com/ahsap-uretim/restorasyon/ 09.12.2024

Van Eck, N. J. & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. Scientometrics, 84(2), 523-538.

Van Eck, N. J. & Waltman, L. (2023). VOSviewer manual for VOSviewer version 1.6.20. *Universiteit Leiden: CWTS. Vosviewer* (2024, Temmuz, 02). Contact. https://www.vosviewer.com/contact.

Zhang, H., Wong, L. P., & Hoe, V. C. W. (2023). Bibliometric analyses of turnover intention among nurses: implication for research and practice in china. Frontiers *in Psychology,* 14, 1-8. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1042133.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

HİDROFOBİK DERİN ÖTEKTİK ÇÖZÜCÜLER VE AĞIR METAL BELİRLENMESİNDE KULLANIMLARI

HYDROPHOBIC DEEP EUTECTIC SOLVENTS AND THEIR USE IN HEAVY METAL DETERMINATION

Arş. Gör. Seçkin FESLİYAN

Kimya Bölümü, Fen Fakültesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas/Türkiye

seckinf@cumhuriyet.edu.tr, ORCID ID: 0009-0003-3584-3868

Prof. Dr. Adil ELİK

Kimya Bölümü, Fen Fakültesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas/Türkiye

elik@cumhuriyet.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-3942-4711

Prof. Dr. Nail ALTUNAY

Kimya Bölümü, Fen Fakültesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas/Türkiye

naltunay@cumhuriyet.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9053-7570

ÖZET

Ağır metaller uzun yıllar boyunca farklı disiplinler tarafından mercek altına alınan önemli konuların başındadır. Bunun sebebi ise şüphesiz birçoğunun sahip olduğu toksik karakterdir. Ağır metaller birçok canlı sisteme dolaylı yollarla geçiş yaparak bu sistemlere zarar vermektedir. Ağır metallerin sebep olduğu zararları yok etmek veya en aza indirgemek için yapılan çalışmalarda, analitik kimyacıların payına bu metallerin nitel ve nicel olarak tespiti düşmektedir. Bu doğrultuda birçok yöntem geliştirilse de güncel trendleri yakalamak ve analitik olarak geçerliliği sağlamak için ilgili prosedürlerin geniş kapsamlı değerlendirilmesi gerekmektedir. Mikroekstraksiyon teknikleri, özellikle kullanılan çözücülerin hem analitik parametrelerin niceliğine yaptığı katkı hem de toksik olmayan doğaları sayesinde sıklıkla ağır metal tayininde ayırma ve zenginleştirme amaçlı kullanılmaktadır. Mikroekstraksiyon tekniklerinde kullanılan farklı çözücü türleri arasında üstün çözme yetenekleri ve düşük toksisiteleriyle öne çıkan derin ötektik çözücülerin farklı türleri mevcuttur. Hidrofobik derin ötektik çözücüler, bu türden çözücüler olup farklı analitlerin ekstraksiyonu için kullanılmaktadır. Bu çalışmada, derin ötektik çözücüler ve hidrofobik derin ötektik çözücülerin yapıları, avantajları ve ağır metal tayininde kullanımları incelenecektir. Ayrıca mevcut çalışmaya katkı sağlayan araştırmacıların bu konuda yapmış olduğu çalışmalardan ve literatürdeki diğer çalışmalardan örnekler okuyucuya sunulacaktır.

Anahtar kelimeler: Hidrofobik derin ötektik çözücüler, ağır metaller, ayırma ve zenginleştirme, mikroekstraksiyon teknikleri

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ABSTRACT

Heavy metals have been one of the most important topics that have been examined by different disciplines for many years. The reason for this is undoubtedly the toxic character of many of them. Heavy metals indirectly pass into many living systems and harm these systems. In studies conducted to eliminate or minimize the damage caused by heavy metals, the qualitative and quantitative determination of these metals falls to the share of analytical chemists. Although many methods have been developed in this direction, a comprehensive evaluation of the relevant procedures is required to catch up with current trends and ensure analytical validity. Microextraction techniques are frequently used for separation and enrichment purposes in heavy metal determination, especially due to the contribution of the solvents used to the quantity of analytical parameters and their non-toxic nature. There are different types of deep eutectic solvents that stand out with their superior dissolving abilities and low toxicity among the different types of solvents used in microextraction techniques. Hydrophobic deep eutectic solvents are solvents of this type and are used for the extraction of different analytes. In this study, the structures, advantages and uses of deep eutectic solvents and hydrophobic deep eutectic solvents in heavy metal determination will be examined. In addition, examples from the studies conducted by the researchers who contributed to the current study and other studies in the literature will be presented to the reader.

Keywords: Hydrophobic deep eutectic solvents, heavy metals, separation and enrichment, microextraction techniques

1. GİRİŞ

Kimyasal analizde ağır metallere olan ilgi uzun yıllardır devam etmektedir. Bazıları canlı yaşamı için esansiyel olmasına rağmen, ağır metallere olan ilginin altında yatan ana sebep birçok açıdan tehlikeli durumlar oluşturmasıdır. Ağır metaller toprak, çeşitli gıdalar, çevresel sular, kozmetik ürünleri gibi birçok maddenin bileşiminde yer aldığı için bu ürün gruplarının analiz edilmesi, başta maruz kalınan zararları ortadan kaldırmak için oldukça önemlidir. Son yıllarda araştırmacılar ağır metal tayini için kromatografik [1, 2], spektrofotometrik [3, 4] ve elektrokimyasal [5, 6] teknikler başta olmak üzere birçok analitik tekniği, ağır metal içeriğine sahip numunelerin analizi için kullanmışlardır. Ağır metaller numune içerisinde genelde eser seviyelerde bulunduğu gibi farklı kimyasal türlerin numunede varlığı da söz konusudur. Bu sebeple, ağır metallerin tayini için seçici ve duyarlı analitik prosedürlerin geliştirilmesi analitik verimlilik sağlanması açısından gereklidir. Mikroekstraksiyon teknikleri hem analitik cihazın verimliliğini artırmak hem de olası matriks girişimlerini engellemek için analitik prosedürlerde önemli bir aşama olarak görülmektedir. Mikroekstraksiyon tekniklerinde verime etki eden ve kontrol edilmesi gereken birçok deneysel değişken mevcuttur. Bunların en önemlilerinden biri de çözücü türüdür. Uygun çözücünün seçimiyle analit ve çözücü molekülleri arasındaki etkileşim ve dolayısıyla ekstraksiyon verimi artırılabilir. Bunun için hedef analit molekülünün yapısı ve polaritesi incelenmelidir. Derin ötektik çözücüler literatürde birçok analitik türün ekstraksiyonunda kullanıldığı gibi ağır metal tayini için yapılan çalışmalarda önemlidir. Sonraki sayfalarda değineceğimiz birçok avantajlı yönleri olduğu gibi farklı türleri de

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

mevcuttur. Bunlardan biri de hidrofobik derin ötektik çözücülerdir. Bu çalışmada ağır metal tayininde kullanılan hidrofobik derin ötektik çözücüleri içeren çalışmalara değinmeden önce bu çalışmalardaki anahtar noktalarla ilgili bilgiler sunulmuştur. Ayrıca mevcut çalışmaya katkıda bulunan araştırmacıların yaptığı çalışmalar genel bağlamıyla ele alınmış ve okuyucuya sunulmuştur.

2. ESER ELEMENTLER VE ESER ANALİZ

Bilim alanlarına göre farklı tanımlamaları olsa da ‘’eser elementler’’ genel olarak ekosistemlerde çok düşük konsantrasyonlarda bulunan elementler olarak tanımlanmaktadır. Kimya alanında eser element kapsamında karşılaşılan elementler ise periyodik tabloda IIA ve IIIA grubu arasında bulunan ve d orbitali doluluğu gösteren elementlerdir [7, 8]. Çok düşük derişimleri tanımlamak için kimyada sıklıkla eser (<1 ppm) ve ultra eser (<1 ppb) seviye terimleri kullanılmaktadır [9]. Eser element tanımlamasına dahil olan ağır metaller yoğunluğu sudan en az beş kat daha yoğun olan metaller olarak da tanımlanmaktadır. Ağır metaller çevresel bileşenlerin önemli kirleticilerindendir.

Ağır metaller besin zinciri yoluyla farklı ekosistemlerden dolaylı olarak biyolojik sistemlere geçiş yapmaktadır. Esansiyel ve temel ağır metallerden olan demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn) gibi metaller canlılar için gerekli olsalar da belirli seviyelerin üstünde alımları zararlıdır [10, 11]. Toksik ağır metaller olarak tanımlanan kategoriye dahil olan arsenik (As), civa (Hg), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) gibi metaller ise düşük seviyelerde bile ciddi sağlık problemlerine sebep olmaktadır. Bu sorunların başında çeşitli ruhsal bozukluklar, deri ve solunum rahatsızlıkları gelmektedir. Bazı durumlar ölümle de sonuçlanabilmektedir [12].

Ağır metallerin çeşitli ekosistemler ve insan sağlığı üzerindeki bu olumsuz etkilerinin azaltılması ve ortadan kaldırılması için farklı örnek gruplarından bu metallerin eser analizinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu yolla hem örnek gruplarında bulunan eser element türleri belirlenebileceği gibi aynı zamanda bu elementlerin niceliklerinin tespit edilmesiyle alınacak önlemler için gerekli yönelimler yapılabilmektedir.

Çizelge 1. Ağır metal alımı için sınır değerler [13]

Ağır metaller	Kabul edilebilir maksimum derişim (WHO)	İçme sularında kabul edilebilir maksimum derişim (EPA)
Cd	0.003 ppm	0.005 ppm
Ni	–	2–4.3 ppb
As	0.01 ppm	0.01 ppm
Hg	0.001 ppm	2 ppb
Pb	0.01 ppm	50 ppb

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Literatürde ağır metallerin farklı örnek matrislerinden eser analizi için birçok analitik teknik kullanılmıştır. Bunlar indüktif eşleşmik plazma-kütle spektrometresi (ICP-MS) [14], voltammetri [15], yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) [16], mor ötesi-görünür bölge spektrofotometrisi (UV-Vis) [17] alevli atomik absorpsiyon spektrofotometrisi [18] gibi teknikler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ağır metaller genel olarak örnek içerisinde eser veya ultra eser düzeyde bulunmaktadır. Ayrıca ilgili örnek matrisleri karmaşık yapıda olup birçok türü de bünyesinde barındırmaktadır. Bu durumda, her ne kadar seçicilik ve duyarlılık açısından üstün performans gösterseler de bu analitik enstrümanlarla tayinleri öncesinde hedef analitlerin numune ortamından ayrılması ve daha düşük bir hacme zenginleştirilmesi analitik prosedürün validasyonu açısından oldukça önemlidir. Mikroekstraksiyon teknikleri, sağladıkları birçok avantajla bu amaç için sıklıkla kullanılmaktadır.

3. MİKROEKSTRAKSİYON TEKNİKLERİ

Geleneksel ekstraksiyon teknikleri toksik çözücü kullanımının yüksek miktarlarda olmasının yanı sıra, oldukça zaman alıcı ve maliyetli olması sebebiyle çevre ve sağlık açısından birçok endişe oluşturmuştur. Bu endişeleri ortadan kaldırmak amacıyla, 1990'lı yıllarda mikroekstraksiyon teknikleri klasik ekstraksiyon tekniklerine alternatif olarak kullanılmaya başlamıştır. Klasik tekniklerin aksine, mikroekstraksiyon tekniklerinde düşük toksisiteli çözücülerin mikro hacimleri kullanılmaktadır. Mikroekstraksiyon tekniklerinin minyatür özelliği sayesinde analizlenen örnek miktarları da oldukça düşüktür [19, 20]. Mikroekstraksiyon tekniklerinde hedef analit örnek ortamından sıvı bir faza veya katı faza zenginleştirilip tayin edilebilmektedir. Son fazın fiziksel haline göre sıvı faz mikroekstraksiyonu (LPME) ve katı faz mikroekstraksiyonu (SPME) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ağır metallerin tayini için yapılan çalışmalarda bu iki teknik de sıklıkla kullanılmaktadır [21-24]. Mikroekstraksiyon tekniklerinin verimi birçok deneysel faktörün incelenmesi ve optimize edilmesiyle artırılarak iyi analitik parametreler elde edilmektedir.

Bu tekniklerinin verimine etki eden en önemli parametre de kullanılan çözücü türüdür. Ayrıca kullanılan çözücü analitik performansa etki ettiği gibi prosedürün yeşil karakterini de belirlemektedir. Bu çözücüler genel olarak yeşil çözücüler başlığı altında incelenmektedir.

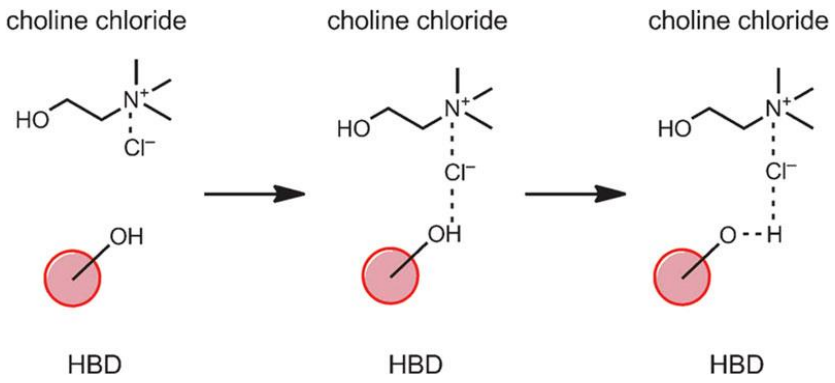
4. YEŞİL ÇÖZÜCÜLER

Mikroekstraksiyon tekniklerinde kullanılan çözücüler, yüksek çözme gücüne sahip olmasıyla ve çevre ve sağlık açısından risk oluşturmayan doğalarıyla öne çıkmaktadır. Supramoleküler çözücüler (SUPRAS), iyonik sıvılar (IL'ler), ve derin ötektik çözücüler (DES'ler) bu çözücülere örnektir. DES'ler, sağladığı birçok avantajla bu çözücü grubunun en ilgi çekici üyesidir.

DES'ler bazen iyonik sıvı türü olarak görülsede, IL'lerin sergilediği biyobozunur özelliğin zayıflığı, nispeten yüksek maliyet ve bazı türlerin toksisitesi gibi dezavantajları ortadan kaldırıp, yüksek biyobozunurluk, üstün çözme yeteneği ve ayarlanabilir olmalarıyla IL'lere iyi bir alternatiftir. Hidrojen bağı alıcısı ve hidrojen bağı vericisi olarak adlandırılan iki

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

DES bileşeni, belirli mol oranı ve uygun sıcaklıkta karıştırıldığında DES oluşmaktadır (Görsel 1.). Bu süreçte herhangi bir atık veya yan ürün oluşmamaktadır. Kuaterner amonyum tuzları genellikle HBA, alkoller, şekerler, karboksilik asitler ise HBD olarak kullanılmaktadır. DES bileşenleri ayarlanabilir özelliktedir. Bu bileşenlerin özellikleri ise DES'in çözme gücüne etki etmektedir [25-27].



Görsel 1. HBA ve HBD'den DES oluşumu [28]

Farklı polariteli bileşenlerin seçimiyle veya bileşenlerin manyetik materyallerle kombine farklı DES türleri ortaya çıkmaktadır. Bu türlerden biri de hidrofobik derin ötektik çözücülerdir (HDES).

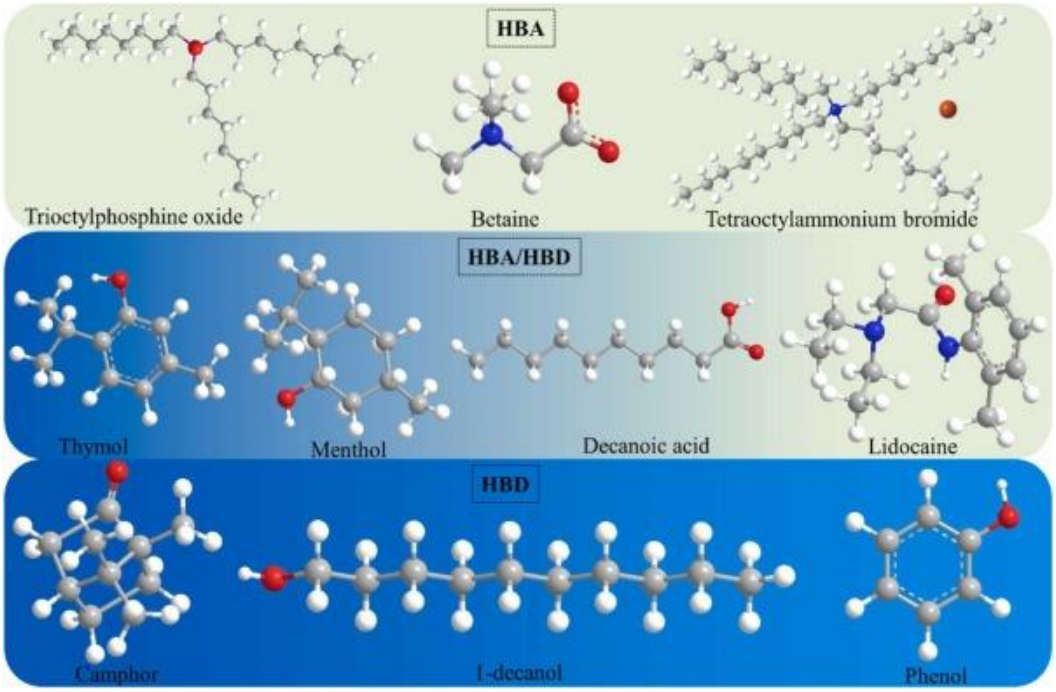
4.1. Hidrofobik Derin Ötektik Çözücüler

İnorganik ve organik kirleticiler çoğunlukla sulu ortamlarda yer almaktadır. Özellikle ağır metaller gibi toksik türlerin sulu ortamlardan ekstraksiyonları için hidrofilik özelliği düşük çözücülerin kullanılması gerekmektedir. Literatürde yer alan DES'lerin büyük çoğunluğu hidrofilik özelliktedir. Bu durum ilgili DES'lerin sudaki çözünürlüğünü artırmaktadır. Sonuçta ise DES su ile etkileştikçe bileşenler arası etkileşim zayıflamakta ve çözücünün su ortamındaki stabilitesi düşmektedir [28, 29]. Hidrofilik DES'lerin bu dezavantajlarına karşı hidrofobik toksik organik çözücülerin kullanımının önüne geçmek için yeşil bir alternatif olan hidrofobik derin ötektik çözücüler (HDES'ler) kullanılmaya başlamıştır.

HDES ilk defa 2015'te Van Osch ve arkadaşları tarafından kullanılmıştır [30]. HDES'ler genel olarak suda çözünebilen bir kuaterner amonyum tuzu (HBA) ve suda çözünmeyen, polar olmayan bir bileşiğin (alkol, yağ asidi, HBD olarak) karışımı olarak ele alınmaktadır. Ancak, bu HDES'ler kuaterner amonyum tuzunun su ile etkileşmesi sebebiyle yağ asidi veya alkolün serbest çözeltisi ile sonuçlanmaktadır [31, 32]. Dolayısıyla bu tip bileşenlerden oluşan derin ötektik çözücülerin bazıları verimli HDES performansı ortaya koymayabilir. Yapılan bir çalışmada [33], iki veya daha fazla suda çözünmeyen bileşenin (mentol, timol vb.) yağ asitleri veya bazı alkoller gibi polaritesi düşük veya polar olmayan bileşenlerle oluşturdukları karışımın etkin HDES performansı gösterebildiği belirtilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

HDES'ler iyonik HDES ve iyonik olmayan HDES olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Van Osch ve çalışma arkadaşları kuaterner amonyum tuzlarının (HBA) dekanoik asitle (HBD) kombinasyonu yoluyla iyonik HDES'ler hazırlamışlardır. Burada zincir uzunluğu arttıkça hidrofobik karakter artığı için kuaterner amonyum tuzlarının uzun zincirli olması önemlidir. İyonik olmayan HDES türleri ise HDES'in sentezlenebileceği ucuz ve kolayca bulunabilen organik bileşiklerin sayısının az olması nedeniyle oldukça sınırlıdır [30, 34, 35]. HDES'lerin hazırlanma prosedürleri DES hazırlama prosedürleriyle aynıdır. HDES hazırlamada kullanılan bileşenler Görsel 2'de verilmiştir.



Görsel 2. HDES hazırlamada kullanılan HBA ve HBD'ler

Ji ve çalışma arkadaşları [36], 6 farklı şarap örneğinden eser seviyede Cd ve As ağır metallerinin FAAS ile tayinleri öncesinde ultrasonik destekli dağıtıcı sıvı-sıvı mikroekstraksiyonu (UA-DLLME) için analitik prosedür geliştirmiştir. Yapılan çalışmada ekstraksiyon çözücüsü olarak DL-laktik asit ve trioktilmetilamonyum kombinasyonundan oluşan HDES kullanılmıştır. Ekstraksiyon koşulları (DES ve dağıtıcı çözücünün türü ve hacmi, çözelti pH'ı, tuz miktarı, girdap ve sonikasyon süresi) optimize edildikten sonra optimum koşullarda iyi doğrusal aralıklar (Cd için 0,50–8,0 $\mu g \cdot L^{-1,}$ As için 2,0–50 $\mu g \cdot L^{-1}$) ve düşük tespit limitleri (LOD) (Cd ve As için sırasıyla 0,080 ve 0,30 $\mu g \cdot L^{-1}$) elde edilmiştir. Ayrıca %2,9-4,5 bağıl standart sapmalarla %90,6-103,6 arası ekstraksiyon geri kazanımları elde edilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Bir başka çalışmada Elik ve arkadaşları [37], su ve gıda örneklerinden Pb (II) ve Cd (II)'nin tayini için basit, doğru ve verimli bir analitik yöntem geliştirmiştir. Hedef analitlerin ayrılması ve zenginleştirilmesi için, HDES (l-Menthol/Dodekanoik asit) kullanımına dayalı sonikasyon destekli sıvı faz mikroekstraksiyonu kullanılmış ve analitik enstrüman olarak FAAS kulanılmıştır. Bu çalışmada deneysel parametreler istatistiksel ve matematiksel optimizasyon yaklaşımı kullanılarak optimize edilmiş ve optimum koşullarda Pb (II) ve Cd (II) için doğrusal aralıklar sırasıyla 0,8–350 (r^2: 0,9962) ve 1,5–500 µg L^{-1} (r^2: 0,9937) olarak hesaplanmıştır. Bağıl standart sapmalar Pb (II) için %1,4 ve Cd (II) için %1,6 iken LOD'ler 0,24 ve 0,46 µg L^{-1} olarak tespit edilmiştir. İlgili yöntem musluk suyu, maden suyu, nehir suyu, kuyu suyu, susam, fıstık, patlıcan, mısır, buğday, soya ve salatalığa başarıyla uygulanmıştır.

Çizelge 2. HDES'lerin ağır metal tayininde kullanımları

Analit	Örnek	HDES	Tayin Tekniği	ME Tekniği	LOD	Kaynak
Zn^{2+}, Cd^{2+}	Meyve suyu	Mentol:sorbitol: mandelik asit (1:2:1)	FAAS	LLME	0.15, 0.12 µg L^{-1}	[38]
Pb2+	Su	Mentol:fenil salisilat (1:1)	ETAAS	LLME	0.03 µg L^{-1}	[39]
Cr (IV)	Çevresel sular	TOMC:BHB[1] (1:3)	UV-Vis	LLE	0.24 µg L^{-1}	[40]
Pb^{2+}	Gıda ve su	Kolin klorür fenol (1:4)	GFAAS	LPME	0.6 ng/ L	[41]
Ni2+	Su	Kolin klorür:4-bromofenol (1:2)	AAS	DLLME	1.7 µg L^{-1}	[42]

[1]Trioctylmethylammonium chloride: Butyl 4-hydroxybenzoate

5. SONUÇ

Mevcut çalışmada hidrofobik derin ötektik çözücülerin gerekliliklerinden, genel özelliklerinden ve dikkat edilmesi gereken bazı noktalardan bahsedilmiştir. Ayrıca ağır metallerin zenginleştirilmesi için kullanılan HDES temelli mikroekstraksiyon tekniklerinin bileşenleri hakkında bilgi verilmiştir. Mikroekstraksiyon teknikleri ve bu tekniklerde kullanılan birçok çözücü çeşitli avantajlarıyla araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Bu çözücülerin bir bölümü suyla etkileşime girdiği için ekstraksiyon verimini doğrudan düşürmektedir. Dolayısıyla özellikle sulu ortamlardan hedef analitin ayrılması ve zenginleştirilmesi için HDES kullanımı gerekmektedir. Ağır metaller gibi toksik ve çevre için farklı risk unsurları oluşturan analitik türlerin ekstraksiyonunda HDES gibi yüksek çözme verimine sahip ve yeşil karakterde çözücü kullanımı analitik prosedürün yeşil doğasına katkıda bulunacağı için oldukça önemlidir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

TEŞEKKÜR: Mevcut çalışma, F-2024-704 kodlu araştırma projesi kapsamında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından finansal olarak desteklenmiştir.

KAYNAK

[1] Xing, G., Sardar, M. R., Lin, B., & Lin, J. M. (2019). Analysis of trace metals in water samples using NOBIAS chelate resins by HPLC and ICP-MS. Talanta, 204, 50-56.

[2] Hashemi, S. H., Kaykhaii, M., Keikha, A. J., Sajjadi, Z., & Mirmoghaddam, M. (2019). Application of response surface methodology for silver nanoparticle stir bar sorptive extraction of heavy metals from drinking water samples: a Box–Behnken design. Analyst, 144(11), 3525-3532.

[3] Echioda, S., Ogunieye, A. O., Salisu, S., Abdulrasheed, A. A., Chindo, I. Y., & Kolo, A. M. (2021). UV-Vis spectrophotometric determination of selected heavy metals (Pb, Cr, Cd and As) in environmental, water and biological samples with synthesized glutaraldehyde phenyl hydrazone as the chromogenic reagent. *European Journal of Advanced Chemistry Research*, *2*(3), 1-5.

[4] Zhou, F., Li, C., Zhu, H., & Li, Y. (2019). A novel method for simultaneous determination of zinc, nickel, cobalt and copper based on UV–vis spectrometry. *Optik*, *182*, 58-64.

[5] Ustabasi, G. S., Ozcan, M., & Yilmaz, I. (2021). Voltammetric Determination of Heavy Metals with Carbon-Based Electrodes. *Journal of The Electrochemical Society*, *168*(9), 097508.

[6] Zheng, J., Rahim, M. A., Tang, J., Allioux, F. M., & Kalantar-Zadeh, K. (2022). Post-transition metal electrodes for sensing heavy metal ions by stripping voltammetry. Advanced Materials Technologies, 7(1), 2100760.

[7] Simkiss, K., & Taylor, M. G. (1989). Metal fluxes across the membranes of aquatic organisms. Rev Aquat Sci, 1(1), 173-188.

[8] Bohn, H. L., Myer, R. A., & O'Connor, G. A. (2002). Soil chemistry. John Wiley & Sons.

[9] Motomizu, S., & Li, Z. H. (2005). Trace and ultratrace analysis methods for the determination of phosphorus by flow-injection techniques. Talanta, 66(2), 332-340.

[10] Guascito, M. R., Malitesta, C., Mazzotta, E., & Turco, A. (2008). Inhibitive determination of metal ions by an amperometric glucose oxidase biosensor: study of the effect of hydrogen peroxide decomposition. Sensors and Actuators B: Chemical, 131(2), 394-402.

[11] Hossain, M., & Patra, P. K. (2020). Water pollution index–A new integrated approach to rank water quality. Ecological Indicators, 117, 106668.

[12] Li, L., Wu, J., Lu, J., Min, X., Xu, J., & Yang, L. (2018). Distribution, pollution, bioaccumulation, and ecological risks of trace elements in soils of the northeastern Qinghai-Tibet Plateau. Ecotoxicology and environmental safety, 166, 345-353.

[13] Bharti, R., & Sharma, R. (2022). Effect of heavy metals: An overview. Materials Today: Proceedings, 51, 880-885.

[14] Guo, X., He, M., Chen, B., & Hu, B. (2012). Solidified floating organic drop microextraction combined with ETV-ICP-MS for the determination of trace heavy metals in environmental water samples. Talanta, 94, 70-76.

[15] Sanna, G., Pilo, M. I., Piu, P. C., Tapparo, A., & Seeber, R. (2000). Determination of heavy metals in honey by anodic stripping voltammetry at microelectrodes. Analytica Chimica Acta, 415(1-2), 165-173.

[16] Sheikhloie, H., Saber-Tehrani, M., Abrumand-Azar, P., & Waqif-Husain, S. (2009). Analysis of tributyltin and triphenyltin in water by ionic liquid-headspace single-drop microextraction then HPLC with fluorimetric detection. Acta Chromatographica, 21(4), 577-589.

[17] Chaiyamate, P., Seebunrueng, K., & Srijaranai, S. (2018). Vortex-assisted low density solvent and surfactant based dispersive liquid–liquid microextraction for sensitive spectrophotometric determination of cobalt. RSC advances, 8(13), 7243-7251.

[18] Sixto, A., Mollo, A., & Knochen, M. (2019). Fast and simple method using DLLME and FAAS for the determination of trace cadmium in honey. Journal of Food Composition and Analysis, 82, 103229.

[19] Kokosa, J. M. (2013). Advances in solvent-microextraction techniques. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 43, 2-13.

[20] Spietelun, A., Marcinkowski, Ł., de la Guardia, M., & Namieśnik, J. (2014). Green aspects, developments and perspectives of liquid phase microextraction techniques. Talanta, 119, 34-45.

[21] Wang, H., Wu, Z., Chen, B., He, M., & Hu, B. (2015). Chip-based array magnetic solid phase microextraction on-line coupled with inductively coupled plasma mass spectrometry for the determination of trace heavy metals in cells. Analyst, 140(16), 5619-5626.

[22] Su, S., Chen, B., He, M., & Hu, B. (2014). Graphene oxide–silica composite coating hollow fiber solid phase microextraction online coupled with inductively coupled plasma mass spectrometry for the determination of trace heavy metals in environmental water samples. Talanta, 123, 1-9.

[23] Guo, X., He, M., Chen, B., & Hu, B. (2012). Phase transfer hollow fiber liquid phase microextraction combined with electrothermal vaporization inductively coupled plasma mass spectrometry for the determination of trace heavy metals in environmental and biological samples. Talanta, 101, 516-523.

[24] Habibiyan, A., Ezoddin, M., Lamei, N., Abdi, K., Amini, M., & Ghazi-khansari, M. (2017). Ultrasonic assisted switchable solvent based on liquid phase microextraction

combined with micro sample injection flame atomic absorption spectrometry for determination of some heavy metals in water, urine and tea infusion samples. Journal of molecular liquids, 242, 492-496.

[25] Carasek, E., Bernardi, G., Morelli, D., & Merib, J. (2021). Sustainable green solvents for microextraction techniques: Recent developments and applications. Journal of Chromatography A, 1640, 461944.

[26] Florindo, C., Romero, L., Rintoul, I., Branco, L. C., & Marrucho, I. M. (2018). From phase change materials to green solvents: hydrophobic low viscous fatty acid–based deep eutectic solvents. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 6(3), 3888-3895.

[27] Cunha, S. C., & Fernandes, J. O. (2018). Extraction techniques with deep eutectic solvents. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 105, 225-239.

[28] Li, X., & Row, K. H. (2016). Development of deep eutectic solvents applied in extraction and separation. Journal of separation science, 39(18), 3505-3520.

[29] Hammond, O. S., Bowron, D. T., & Edler, K. J. (2017). The effect of water upon deep eutectic solvent nanostructure: an unusual transition from ionic mixture to aqueous solution. Angewandte Chemie, 129(33), 9914-9917.

[30] van Osch, D. J., Zubeir, L. F., van den Bruinhorst, A., Rocha, M. A., & Kroon, M. C. (2015). Hydrophobic deep eutectic solvents as water-immiscible extractants. Green Chemistry, 17(9), 4518-4521.

[31] Ge, D., Zhang, Y., Dai, Y., & Yang, S. (2018). Air-assisted dispersive liquid–liquid microextraction based on a new hydrophobic deep eutectic solvent for the preconcentration of benzophenone-type UV filters from aqueous samples. Journal of separation science, 41(7), 1635-1643.

[32] Shi, Y., Xiong, D., Zhao, Y., Li, T., Zhang, K., & Fan, J. (2020). Highly efficient extraction/separation of Cr (VI) by a new family of hydrophobic deep eutectic solvents. Chemosphere, 241, 125082.

[33] Shishov, A., Pochivalov, A., Nugbienyo, L., Andruch, V., & Bulatov, A. (2020). Deep eutectic solvents are not only effective extractants. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 129, 115956.

[34] Wazeer, I., Hizaddin, H. F., Hashim, M. A., & Hadj-Kali, M. K. (2022). An overview about the extraction of heavy metals and other critical pollutants from contaminated water via hydrophobic deep eutectic solvents. Journal of Environmental Chemical Engineering, 10(6), 108574.

[35] Makoś, P., Słupek, E., & Gębicki, J. (2020). Hydrophobic deep eutectic solvents in microextraction techniques–A review. Microchemical journal, 152, 104384.

[36] Ji, Y., Zhao, M., Li, A., & Zhao, L. (2021). Hydrophobic deep eutectic solvent-based ultrasonic-assisted dispersive liquid-liquid microextraction for preconcentration and determination of trace cadmium and arsenic in wine samples. Microchemical Journal, 164, 105974.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[37] Elik, A., Demirbaş, A., & Altunay, N. (2022). Experimental design of ligandless sonication-assisted liquid-phases microextraction based on hydrophobic deep eutectic solvents for accurate determination of Pb (II) and Cd (II) from waters and food samples at trace levels. Food Chemistry, 371, 131138.

[38] Sorouraddin, S. M., Farajzadeh, M. A., Dastoori, H., & Okhravi, T. (2021). Development of an air-assisted liquid-liquid microextraction method based on a ternary solidified deep eutectic solvent in extraction and preconcentration of Cd (II) and Zn (II) ions. International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 101(11), 1567-1580.

[39] Abdi, K., Ezoddin, M., & Pirooznia, N. (2020). Temperature-controlled liquid–liquid microextraction using a biocompatible hydrophobic deep eutectic solvent for microextraction of palladium from catalytic converter and road dust samples prior to ETAAS determination. Microchemical Journal, 157, 104999.

[40] Shi, Y., Xiong, D., Zhao, Y., Li, T., Zhang, K., & Fan, J. (2020). Highly efficient extraction/separation of Cr (VI) by a new family of hydrophobic deep eutectic solvents. Chemosphere, 241, 125082.

[41] Zounr, R. A., Tuzen, M., & Khuhawar, M. Y. (2018). A simple and green deep eutectic solvent based air assisted liquid phase microextraction for separation, preconcentration and determination of lead in water and food samples by graphite furnace atomic absorption spectrometry. Journal of Molecular Liquids, 259, 220-226.

[42] Rad, A. S., Rahnama, R., Zakeri, M., & Jamali, M. R. (2019). Dispersive liquid–liquid microextraction based on green type solvents—" deep eutectic solvents"—for highly selective separation and efficient preconcentration of nickel in water samples. Journal of the Iranian Chemical Society, 16, 1715-1722.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

MİKROEKSTRAKSİYON TEKNİKLERİNDE KULLANILAN YEŞİL ÇÖZÜCÜLER

GREEN SOLVENTS USED IN MICROEXTRACTION TECHNIQUES

Arş. Gör. Seçkin FESLİYAN

Kimya Bölümü, Fen Fakültesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas/Türkiye

seckinf@cumhuriyet.edu.tr, ORCID ID: 0009-0003-3584-3868

Prof. Dr. Adil ELİK

Kimya Bölümü, Fen Fakültesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas/Türkiye

elik@cumhuriyet.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-3942-4711

Prof. Dr. Nail ALTUNAY

Kimya Bölümü, Fen Fakültesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas/Türkiye

naltunay@cumhuriyet.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9053-7570

ÖZET

Analitik kimyada temel amaç hedef analitin doğru ve güvenilir bir şekilde tayin edilmesidir. Hedef analit deney prosedürüne bağlı olarak farklı analitik tekniklerin kullanılmasıyla tayin edilebilmektedir. Ancak çoğu zaman hedef analitin yer aldığı numune ortamı oldukça karmaşıktır. Numunede yer alan farklı türler hedef analitin doğrudan tayinini zorlaştırmaktadır. Matris etkisi olarak da bilinen bu zorlu durum hedef analitin tayininden önce ayrılması ve zenginleştirilmesini gerekli kılmaktadır. Klasik ekstraksiyon tekniklerinin çevre ve sağlık üzerindeki negatif etkileri birçok endişe uyandırmıştır. Bu endişeler doğrultusunda klasik ekstraksiyon teknikleri yerini mikroekstraksiyon tekniklerine bırakmıştır. Mikroekstraksiyon teknikleri, kullanılan ekstraksiyon çözücülerinin hacimlerinin mikro seviyelerde olması ve bu tekniklerin uygulamasının oldukça basit olmasıyla ön plana çıkmaktadır. Ayrıca bu teknikler yüksek zenginleştirme faktörü sağladıkları için analitik açıdan da oldukça verimlidir. Bu minimal yöntem prosedürde kullanılan enerji miktarını da minimize etmektedir. Mikroekstraksiyon teknikleri, kullanılan yeşil çözücülerle de oldukça ilgi çekicidir. Birçok türü bulunan bu çözücüler oldukça düşük toksisiteli, çevre dostu, kolay hazırlanabilen ve düşük maliyetli çözücülerdir. Ayrıca bileşenlerinin ayarlanabilir özellikte olması bu çözücülerin hedef analit için seçici olmasını sağlamaktadır. Son zamanlarda literatürdeki birçok çalışmadan da görüleceği gibi araştırmacılar yeşil mikroekstraksiyon çözücülerinin avantajlarından faydalanmaktadır. Bu çalışmada yeşil mikroekstraksiyon çözücülerinin özellikleri hakkında genel bir bilgi verilecek ve literatürde yapılan çalışmalardan örnekler okuyucuya sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yeşil mikroekstraksiyon çözücüleri, yeşil analitik kimya, ayırma ve zenginleştirme, mikroekstraksiyon teknikleri

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ABSTRACT

The main purpose in analytical chemistry is to determine the target analyte accurately and reliably. The target analyte can be determined by using different analytical techniques depending on the experimental procedure. However, the sample environment where the target analyte is located is often quite complex. Different species in the sample make it difficult to directly determine the target analyte. This difficult situation, also known as the matrix effect, requires the separation and enrichment of the target analyte before its determination. The negative effects of classical extraction techniques on the environment and health have raised many concerns. In line with these concerns, classical extraction techniques have given way to microextraction techniques. Microextraction techniques stand out with the fact that the volumes of the extraction solvents used are at micro levels and the application of these techniques is quite simple. In addition, these techniques are also quite efficient in terms of analysis since they provide a high enrichment factor. This minimal method also minimizes the amount of energy used in the procedure. Microextraction techniques are also quite interesting with the green solvents used. These solvents, which have many types, are very low toxicity, environmentally friendly, easy to prepare and low-cost solvents. In addition, the adjustable properties of their components enable these solvents to be selective for the target analyte. As can be seen from many studies in the literature recently, researchers have been taking advantage of the advantages of green microextraction solvents. In this study, general information about the properties of green microextraction solvents will be given and examples from studies in the literature will be presented to the reader.

Keywords: Green microextraction solvents, green analytical chemistry, separation and enrichment, microextraction techniques

1. GİRİŞ

Modern analitik teknikler analitik verilerin doğruluğu ve güvenilirliği için birçok avantajı beraberinde getirmiştir. İlgili tekniklerde kullanılan gelişmiş enstrümanların bir bölümünün maliyeti yüksek olsa da analitik süreçte sağladıkları faydalar nedeniyle bu maliyet göz ardı edilebilmektedir. Fakat çoğu durumda analitik kimyacıların muzdarip olduğu ve iyi bilinen bir sorun mevcuttur. Bu sorun hiç şüphesiz matris etkisidir. Numune matrisinde yer alan türlerin analiti tayin etmede oluşturdukları sorunu ortadan kaldırmak için farklı örnek hazırlama teknikleri kullanılmaktadır. Geçmiş yıllarda bu amaçla kullanılan tekniklerin zaman alıcı, maliyetli ve hem çevre hem de sağlık açısından zararlı unsurlar barındırması sebebiyle farklı çevrelerde birçok endişe uyanmıştır. Bu sebeple Yeşil Kimya yaklaşımı ortaya çıkmıştır. Yeşil Kimya'da ''yeşil'' tabiri ile çevre ve insan sağlığı için oluşan tehditleri minimize etme veya ortadan kaldırma amacı ifade edilmektedir. İlk yıllarda daha çok endüstriyel boyutta ele alınan Yeşil Kimya daha sonra farklı alanlarda da uygulanmaya başlamıştır [1, 2]. Daha sonra 1998'de ise Anastas ve Warner Yeşil Analitik Kimya'nın 12 ilkesini tanıtmıştır. Yeşil Analitik Kimya yaklaşımı ise analitik süreçlerde araştırmacının sağlığı ve çevre güvenliği için birtakım hususları ele almaktadır. Burada, daha basit ve minyatür tekniklerin kullanılması, bu tekniklerde kullanılan toksik reaktif ve çözücülerin minimize edilmesi, yan ürün ve atık oluşturulmaması amaçlanmaktadır [3]. Bu yaklaşımlar

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

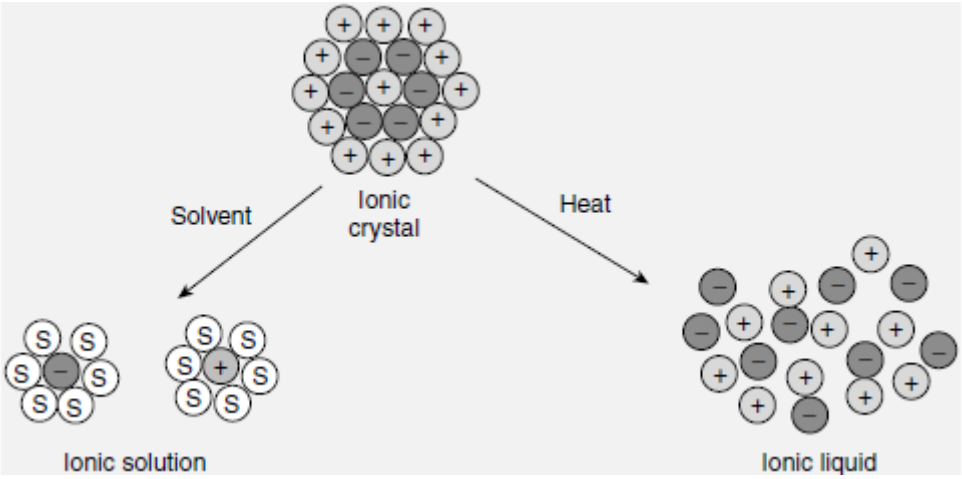
analitik kimyada modern dinamiklere sahip analitik prosedürlerin gelişmesinin önünü açmıştır. Ayırma ve zenginleştirme yöntemleri bağlamında da bazı gelişmeler olmuştur. Klasik ekstraksiyon teknikleri yüksek miktarda toksik organik çözücü gerektirmesi ve işlenen numune miktarlarının çok olması gibi sebepler başta olmak üzere birçok yönden Yeşil Analitik Kimya'nın gereksinimlerini karşılamazlar [4]. Bu durum araştırmacıları mikroekstraksiyon tekniklerinin kullanımına yöneltmiştir. Mikroekstraksiyon tekniklerinde işleme alınan örnek miktarlarının düşük olması sebebiyle kullanılan çözücü miktarları da mikrolitre seviyelerindedir. Bu durum mikroekstraksiyon tekniklerini minyatür, basit ve hızlı yapmaktadır. Ayrıca bu tekniklerin birçoğu çok az miktarda enerji tüketimine sebep olur böylece enerjiden ve maliyetten tasarruf sağlanır. Ayrıca toksik olmayan reaktiflerin kullanımı ve prosedürlerin atık oluşturmaması açısından da büyük avantajlar sağlamaktadır. Mikroekstraksiyon teknikleri tüm bu yönleriyle Yeşil Analitik Kimya'nın ilkelerini sağlamaktadır [5, 6]. Mikroekstraksiyon tekniklerini hem analitik parametrelerin verimliliği hem de yeşil karakter açısından önemli kılan faktörlerden biri de kullanılan çözücülerdir. Bu çözücüler genel olarak yeşil çözücüler başlığı altında incelenmektedir.

2. YEŞİL MİKROEKSTRAKSİYON ÇÖZÜCÜLERİ

2.1. İyonik Sıvılar

Tarihte ilk iyonik sıvı (IL) kullanımı Paul Walden'in 1914 yılında Etilamonyum nitrat kullanımıyla gerçekleşmiştir [7]. Paul Walden aslında burada kendisinden uzun yıllar sonra birçok araştırmacıya ilham vermiştir. IL'ler günümüzde sıklıkla kullanılan yeşil çözücülerdendir. Genel olarak IL'ler kavramsal olarak karıştırılsa da aslında tamamen iyonlardan oluşan sıvılardır. Bu, çözünmüş iyonları içeren çözeltilerle karıştırılmamalıdır (Görsel 1). IL'ler ihmal edilebilecek kadar küçük buhar basıncına sahip oldukları gibi erime noktaları da oldukça düşüktür. Yüksek çözme gücüne sahip IL'lerin viskoziteleri ayarlanabilir özelliktedir. Ayrıca IL'ler farklı katyon ve anyon içeriklerinden oluştuğu için hidrofiliteleri de ayarlanmaktadır. Bu durum farklı fiziksel özellikteki bileşenler için de iyi bir seçicilik sağlamaktadır. Düşük buhar basıncı IL'lerin buharlarına maruziyeti ortadan kaldırdığı için sağlık ve çevre açısından da önemlidir. IL üyelerinin çoğu sudan daha yoğundur. Sıvı-sıvı mikroekstraksiyonunda bu durum faz ayrımı sırasında kolaylık sağlamaktadır. Bu avantajları sayesinde IL'ler malzeme kimyası, sentez prosesleri, enerji bilimi gibi birçok kullanım alanı bulmaktadır [8-10]. IL'ler farklı alt türlere sahiptir. Anyon ve katyon kombinasyonu ayarlanabilen IL'ler görev-spesifik olarak, düşük toksisiteli, biyobozunur ve geri dönüştürülebilir özellikteki IL'ler biyo-IL, bazıları ise sahip oldukları yüksek yoğunluk, kolay sentezlenebilme ve yüksek termal kararlılıkları dolayısıyla enerjetik IL olarak adlandırılmaktadır [11]. En ilgi çekici türlerden biri de manyetik iyonik sıvılardır (MIL). MIL'ler iyonik sıvıların tüm özelliklerini barındırmalarının yanı sıra aynı zamanda manyetik duyarlılığa sahiplerdir. Bu alt tür paramanyetik özellikteki katyonları (ferrosenyum gibi) veya anyonları ($FeCl_4^-$, $CoCl_4^{2-}$, $GdCl_6^{3-}$) içermektedir [12].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



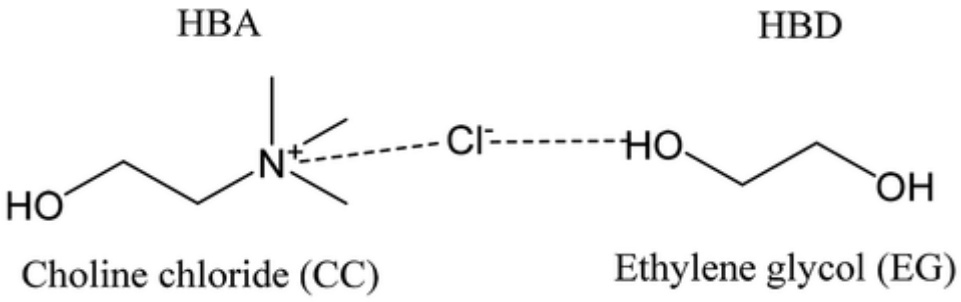
Görsel 1. İyonik sıvı ve iyonik çözelti arasındaki fark

İyonik sıvılarda kullanılan katyonlara genel olarak tetraalkil amonyum, tetraalkil fosfonyum, trialkil sülfonyum bileşikleri, anyonlar ise heksaflorofosfat, tetrafloroborat, alkil sülfat gibi bileşikler örnek verilebilir.

2.2. Derin Ötektik Çözücüler

Derin ötektik çözücüler (DES'ler), iyonik sıvılara benzer özellik gösterdikleri için iyonik sıvı çeşidi olarak da görülebilen önemli yeşil çözücülerdir. DES'ler in ortaya ilk çıkışı Abbot ve çalışma arkadaşlarının 2003 yılında yaptığı çalışmaya dayanmaktadır. Bu çalışmada ilgili araştırmacılar tuz ve iyonik sıvı oluşturabilen bir katı karıştırılırsa oluşan karışımın erime noktasında kayda değer bir düşüş olabildiğini fark edip bu karışımı derin ötektik çözücü olarak adlandırmışlardır [13]. DES'ler hidrojen bağı alıcısı (HBA) ve hidrojen bağı vericisi (HBD) olarak adlandırılan iki bileşenin belirli molar oranda ve uygun bir sıcaklıkta karıştırılmasıyla oluşmaktadır (Görsel 2.). Bu birleşme hidrojen bağları aracılığıyla gerçekleştiği için oluşan yük delokalizasyonu sebebiyle DES'lerin erime noktaları, kendisini oluşturan bileşenlerinkinden daha düşük olmaktadır [14, 15]. DES bileşenleri birçok türde olabildiği gibi bunların çoğu düşük maliyetlidir. Oluşan DES'ler atık oluşumuna sebep olmaz ve büyük çoğunluğu düşük toksisiteli ve düşük buhar basınçlıdır. Çözme gücü yüksek ve hazırlanmaları kolay olan bu çözücülerin bileşenleri doğal kökenli de olabilmektedir [16, 17]. IL'lerde olduğu gibi DES bileşenleri de ayarlanabilir özelliktedir. Numune polaritesine göre DES bileşenlerinin polariteleri belirlenebilir. Bu, ekstraksiyon verimi için önemlidir. DES'lerde HBA olarak genellikle kuaterner amonyum tuzları, HBD olarak ise şekerler, aminler, karboksilik asitler, alkoller gibi bileşikler kullanılmaktadır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 2. Kolin klorür ve etilen glikolden DES oluşumu [18]

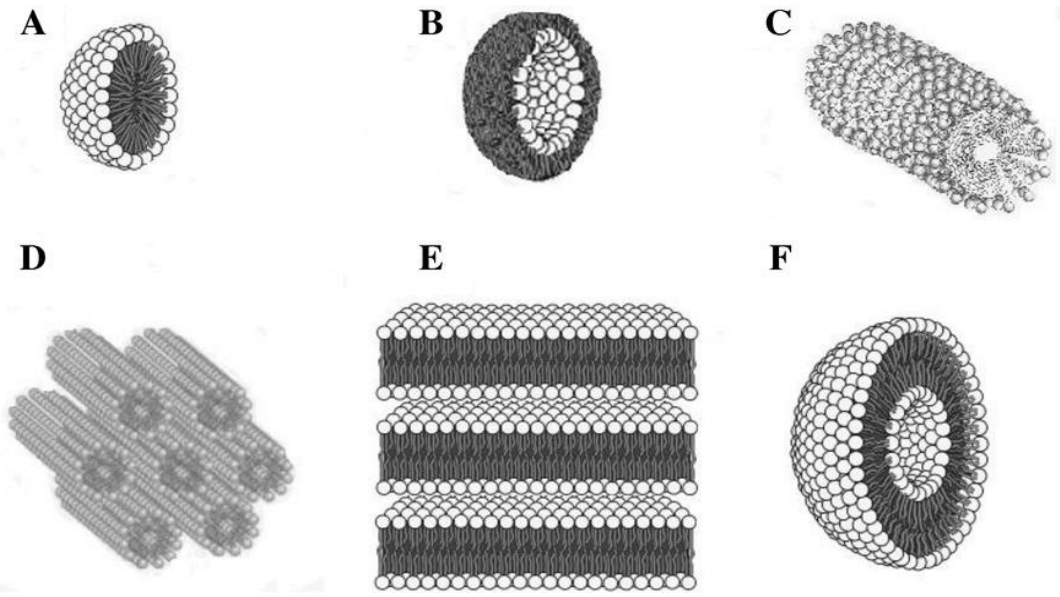
Su bulunmadığı durumlarda DES polaritesi, organik asit bazlı DES'ler > amino asit bazlı DES'ler > şeker bazlı DES'ler > poliol bazlı DES'ler şeklinde değişmektedir [19]. DES'ler de IL'ler gibi paramanyetik materyallerle kombine edilip dış kaynaktan uygulanacak bir manyetik alana duyarlı hale getirilebilmektedir. Bunun için hazırlanıp berrak olarak elde edilen DES $FeCl_3$, $CoCl_2$, $MnCl_2$, $GdCl_3$ gibi paramanyetik metal klorürlerle karıştırılmaktadır. Daha sonra karışıma düşük miktarda uçucu bir solvent (diklorometan gibi) eklenir. Elde edilen karışım yaklaşık 24 saat karıştırıldıktan ve basınç altında buharlaştırıldıktan sonra manyetik derin ötektik çözücü hazırlanmaktadır [20]. Manyetik DES'ler analiti içeren çözücünün manyetik alan uygulanarak ayrılması sayesinde enerji kullanımından ve zamandan tasarruf sağlamaktadır. DES bileşenleri şekerler, aminoasitler, kolin ve malik asit, sitrik asit, laktik asit, süksinik asit gibi organik asitlerden oluştuğunda bu DES'ler doğal derin ötektik çözücü NADES olarak ifade edilmektedir. Doğal bileşimdeki bu çözücüler çevre dostu, toksik olmayan ve biyobozunur özellikleriyle önemli bir yeşil alternatiftir [21, 22].

2.3. Amfifilik Çözücüler

Amfifilik çözücüler, diğer bir ifadeyle sürfaktanlar, yeşil çözücülerin önemli ve ilginç özelliklere sahip diğer bir üyesidir. Bilinen bir ifadeyle amfifilik özellikteki moleküller iki farklı özelliğe sahip grupları içermektedir. Bunlar, hidrofilik özellikteki baş kısım, diğeri ise hidrofobik olan kuyruk kısmıdır. Amfifilik çözücüleri önemli kılan da bu karakteristik özellikleridir. Moleküllerin içerdiği iki farklı grup bu moleküllerin farklı özelliklerdeki analitlere hitap edebilmesini sağlamaktadır [23]. Bir diğer önemli özellik ise bu çözücüler, Görsel 3'te görüldüğü gibi, ortamda farklı şekilde organize oldukları yapıları oluşturabilmektedir. Bu yapılar amfifilik molekülün şekline, derişimine, ortam sıcaklığına ve tuz derişimine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Amfifillerin organize olabilmeleri için gereken en düşük derişim kritik misel derişimi olarak adlandırılmaktadır. Bu derişimin üstünde bulunan miseller kısıtlı alanı etkin kullanabilmek adına kendi kendilerine organize olmaktadır. Sonuçta oluşan yapı ise miseller (suda) (Görsel 3A), ters misellerdir (organik çözücülerde) (Görsel 3B). Amfifil derişimindeki artış sonucu moleküller uzun bir silindir şeklinde organize oldukları yapıyı oluşturmaktadır (Görsel 3C). Derişimdeki daha ileri artışlar ise bu silindirik yapıların da bir araya gelerek sıvı kristalin bir yapıyı oluşturmasıyla

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

sonuçlanmaktadır (Görsel 3D). Görsel 3F'de görülen yapılar ise çok katmanlı ve eş merkezli içi boş küresel özel yapılardır. Bu yapılar ise lipozom olarak adlandırılmaktadır [24].



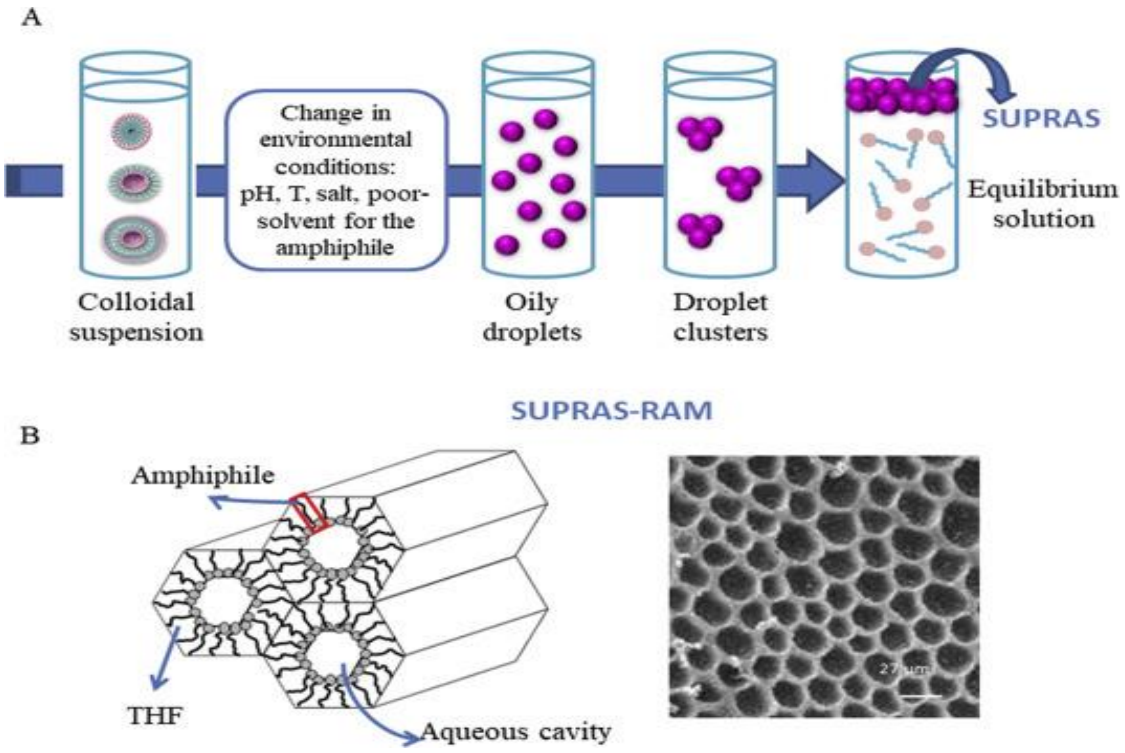
Görsel 3. Amfifilik moleküllerin organize olmasıyla oluşan farklı yapılar

İki faz arasında da aktivite gösterebilen bu çözücüler, düşük maliyetli ve düşük toksisiteli olma özelliğine sahiptir. Amfifil özellikleri sayesinde farklı türden analitleri birçok numuneden ekstrakte etme konusunda oldukça avantajlıdır [25]. Amfifilik çözücüler literatürde iyonik sürfaktanlar ve iyonik olmayan sürfaktanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. En çok kullanılan iyonik sürfaktanlara sodyum dodesil sülfat (SDS) ve setiltrimetilamonyum bromür (CTAB), iyonik olmayanlara ise Triton X-100, Triton X-114 ve PONPE 7.5 (polietilenglikol mono-p-nonilfenileter) örnek olarak verilebilir.

2.4. Supramoleküler Çözücüler

Literatürde sıklıkla kısaltmaları (SUPRAS) ile kullanılan supramoleküler çözücüler, amfifillerin kendi kendilerine organize olmasıyla oluşturdukları nano yapılı sıvılardır. Amfifillerin birleşme süreçleri moleküler düzeyde olabileceği gibi nano düzeyde de gerçekleşmektedir. Amfifil molekülleri kritik misel derişimi üzerinde bir araya gelerek 3 boyutlu partilülleri oluşturur. Kolloidal süspansiyon içerisindeki bu partiküller sulu miseller (3-6 nm), ters miseller (5-8 nm) ve veziküllerdir (30-500 nm). Nano boyuttaki bu partiküller, ortamın sıcaklığında, elektrolit konsantrasyonunda ve pH'ında değişiklik yapıldığında kümeler halinde tekrar birleşir. Sonuçta ise dengedeki çözeltide oluşan SUPRAS'lar farklı bir faz oluşturmaktadır [26]. Görsel 4 bu süreci somutlaştırmaktadır.

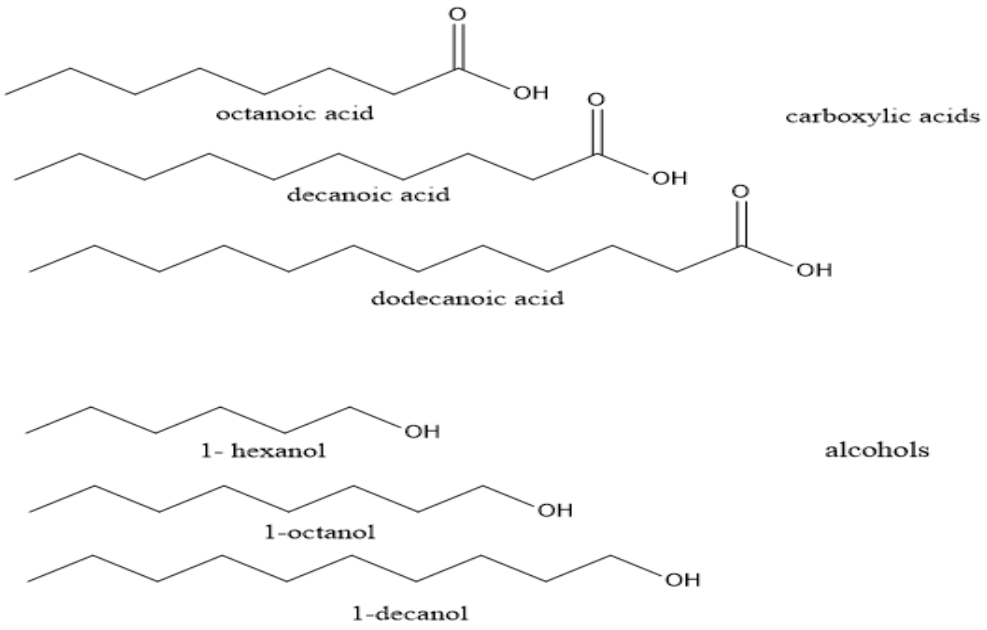
ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 4. SUPRAS amfifillerin SUPRAS oluşturmak üzere kendi kendine birleşmesi (A), bir SUPRAS'taki amfifilik moleküllerin altıgen düzenlenmesi ve alkanol bazlı SUPRAS'ın kriyo-taramalı elektron mikroskobu ile elde edilen bir mikrografı (B) [27].

SUPRAS'lar uçucu, toksik ve alevlenebilir değildir. Bu hem çevre hem de insan sağlığı açısından oldukça önemli olup bu özellikler yeşil prosedürlerde aranan özelliklerdir. Amfifiller düşük maliyetli ve kolayca ulaşılabilen bileşenler olduğu için SUPRAS'ları avantajlı kılmaktadır. Hidrofobik ve hidrofilik grupların polaritelerinin değiştirilmesiyle inorganik veya organik birçok analite özgü olarak SUPRAS ayarlanabilmektedir [28]. Apolar moleküllerin SUPRAS ile ayrılması, yapılarındaki kuyruk kısmı (hidrokarbon zinciri) sayesinde, analit ve çözücü molekülleri arasında dağıtıcı, dipol-dipol ve dipol-indüklenmiş dipol etkileşimleri oluşmasıyla gerçekleşmektedir. Polar moleküllerin ayrılması sırasında ise iyonik bağ, hidrojen bağı, π-katyon ve π-π etkileşimlerinden gerçekleşmektedir. Burada da SUPRAS'ın polar baş kısmı etkili olmaktadır. Görsel 5'te SUPRAS'larda sıklıkla kullanılan amfifiller verilmiştir. Son yıllarda tetrahidrofuran (THF) SUPRAS elde etmek için farklı çalışmalarda kullanılmaktadır. Özellikle alkanol bazlı SUPRAS eldesinde alkanoller, THF-su karışımıyla ters misel oluşturmaktadır. Bu çözücülerde alkanollerin hidrorkarbonları THF'de çözünür ve polar gruplar ise kendiliğinden birleşir. THF/su oranı belirli oranda ayarlanarak pratiküllerin boyutlarına etki edilebilmektedir [28, 29].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 5. SUPRAS hazırlamada kullanılan bileşikler

Çizelge 1. Literatürde yeşil çözücülerin kullanıldığı bazı çalışmalar

Yeşil Çözücü	Çözücü Bileşimi	Örnek Hazırlama Tekniği	Analit	Örnek	Analitik Teknik	Kaynak
IL	$[C_6mim][FAP]^1$	VA-IL-DLLME	Ni, Co	Çikolata	FAAS	[30]
IL	$[C_4mim][Tf_2N]^2$	VA-IL-DLLME	Al, Cr	Sebze	FAAS	[31]
DES	Kolin klorür-etilen glikol (1:4)	SLE	Polifenolik bileşikler	Portakal kabukları	HPLC	[32]
NADES	Fruktoz-sitrik asit (1:1)	UAME	Gluten	Gıda örnekleri	Immunoassay	[33]
DES	1- mentol-asetik asit (1:1)	DLLME	Su örnekleri	Ftalik asit esterleri	HPLC-UV	[34]
Sürfaktan	SDS-n-oktanol	SAME	Tavuk ciğeri	florokinolon	HPLC-florosans	[35]
Sürfaktan	Triton X-100	DLLME	Su örnekleri	Ni	Uv-Vis	[36]

SUPRAS	Dekanoik asit-THF	SUPRAS-ME	Çevresel sular	klorofenoller	HPLC	[37]
SUPRAS	Desil hidrojen fosfonat-tetrahekzilamonyum	LLME	Musluk suyu, doğal sular	Polisiklik aromatik hidrokarbonlar	LC-florimetri	[38]

[1]1-hexyl-3-methylimidazolium tris(pentafluoroethyl)trifluorophosphate, [2]1-butyl-3-methylimidazolium bis(trifluorosulfonyl)imide,

3. SONUÇ

Örnek hazırlama tekniklerinin analitik süreçteki önemi tartışılmazdır. Mikroekstraksiyon teknikleri tayin öncesi örneğin hazırlanmasında, analitin ayrılması ve zenginleştirilmesi için sıklıkla kullanılmaktadır. Bu teknikler elde edilecek analitik sonuçların doğruluğu ve güvenilirliği açısından birçok avantaj sağladığı gibi aynı zamanda Yeşil Analitik Kimya kapsamında ele alındığında da birçok olumlu sonuçlar sunmaktadır. Mikroekstraksiyon tekniklerinin analitik açıdan ve yeşil özellik kapsamında uygun olmalarında kullanılan çözücünün rolü büyüktür. Bu çalışmada da sunulduğu gibi literatürde birçok çalışma yeşil çözücülerin avantajlarından yararlanmıştır. Özellikle artan nüfusla beraber teknolojik ve birçok anlamda gelişme sağlansa da bu artışın çevre ve sağlık açısından sebep olduğu olumsuz getiriler dolayısıyla, analitik kimyacıların alternatif yöntemlere ve bu yöntemlerle oluşturulacak yeşil metodolojiye ihtiyaçları vardır. Yeşil çözücülerin analitik yöntemlere kattığı yeşil değer bu anlamda paha biçilemezdir. Mevcut çalışmada farklı yeşil çözücülerin genel yapıları ve özellikleri hakkında bilgi verilmiş ve literatürdeki çalışmalardan veriler sunulmuştur. Çevreci ve insan sağlığına negatif etkileri bulunmayan metotlara gelecekte de en az geçmişte olduğu kadar ihtiyaç olacaktır. Dolayısıyla bu gibi çalışmalar genel bilgi vermek ve yeşil prosedür geliştirme amacı taşıyan çalışmalara teşvik etmek açısından önemlidir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

KAYNAK

[1] Anastas, P. T. (1999). Green chemistry and the role of analytical methodology development. Critical reviews in analytical chemistry, 29(3), 167-175.

[2] Gałuszka, A., Migaszewski, Z., & Namieśnik, J. (2013). The 12 principles of green analytical chemistry and the SIGNIFICANCE mnemonic of green analytical practices. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 50, 78-84.

[3] Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). Green chemistry. Frontiers, 640(1998), 850.

[4] Armenta, S., Garrigues, S., & de la Guardia, M. (2015). The role of green extraction techniques in Green Analytical Chemistry. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 71, 2-8.

[5] Spietelun, A., Marcinkowski, Ł., de la Guardia, M., & Namieśnik, J. (2014). Green aspects, developments and perspectives of liquid phase microextraction techniques. *Talanta*, *119*, 34-45.

[6] Pena-Pereira, F., Lavilla, I., & Bendicho, C. (2010). Liquid-phase microextraction techniques within the framework of green chemistry. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 29(7), 617-628.

[7] Lei, Z., Chen, B., Koo, Y. M., & MacFarlane, D. R. (2017). Introduction: ionic liquids. Chemical Reviews, 117(10), 6633-6635.

[8] Vičkačkaitė, V., & Padarauskas, A. (2012). Ionic liquids in microextraction techniques. Central European Journal of Chemistry, 10, 652-674.

[9] Zhang, Q., & Shreeve, J. N. M. (2014). Energetic ionic liquids as explosives and propellant fuels: a new journey of ionic liquid chemistry. Chemical reviews, 114(20), 10527-10574.

[10] Hajipour, A. R., & Rafiee, F. (2009). Basic ionic liquids. A short review. Journal of the Iranian Chemical Society, 6, 647-678.

[11] Singh, S. K., & Savoy, A. W. (2020). Ionic liquids synthesis and applications: An overview. Journal of Molecular Liquids, 297, 112038.

[12] Trujillo-Rodriguez, M. J., Pino, V., & Anderson, J. L. (2017). Magnetic ionic liquids as extraction solvents in vacuum headspace single-drop microextraction. Talanta, 172, 86-94.

[13] Abbott, A. P., Capper, G., Davies, D. L., Rasheed, R. K., & Tambyrajah, V. (2003). Novel solvent properties of choline chloride/urea mixtures. Chemical communications, (1), 70-71.

[14] Carasek, E., Bernardi, G., Morelli, D., & Merib, J. (2021). Sustainable green solvents for microextraction techniques: Recent developments and applications. Journal of Chromatography A, 1640, 461944.

[15] Cunha, S. C., & Fernandes, J. O. (2018). Extraction techniques with deep eutectic solvents. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 105, 225-239.

[16] Mbous, Y. P., Hayyan, M., Hayyan, A., Wong, W. F., Hashim, M. A., & Looi, C. Y. (2017). Applications of deep eutectic solvents in biotechnology and bioengineering—Promises and challenges. Biotechnology advances, 35(2), 105-134.

[17] Florindo, C., Romero, L., Rintoul, I., Branco, L. C., & Marrucho, I. M. (2018). From phase change materials to green solvents: hydrophobic low viscous fatty acid–based deep eutectic solvents. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 6(3), 3888-3895.

[18] Mahto, A., Mondal, D., Polisetti, V., Bhatt, J., M. R, N., Prasad, K., & Nataraj, S. K. (2017). Sustainable water reclamation from different feed streams by forward osmosis process using deep eutectic solvents as reusable draw solution. Industrial & Engineering Chemistry Research, 56(49), 14623-14632.

[19] Chen, J., Li, Y., Wang, X., & Liu, W. (2019). Application of deep eutectic solvents in food analysis: A review. Molecules, 24(24), 4594.

[20] Makoś-Chełstowska, P., Kaykhaii, M., Płotka-Wasylka, J., & de la Guardia, M. (2022). Magnetic deep eutectic solvents–Fundamentals and applications. Journal of Molecular Liquids, 365, 120158.

[21] Chemat, F., Abert Vian, M., Ravi, H. K., Khadhraoui, B., Hilali, S., Perino, S., & Fabiano Tixier, A. S. (2019). Review of alternative solvents for green extraction of food and natural products: Panorama, principles, applications and prospects. Molecules, 24(16), 3007.

[22] Florindo, C., Lima, F., Ribeiro, B. D., & Marrucho, I. M. (2019). Deep eutectic solvents: Overcoming 21st century challenges. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, 18, 31-36.

[23] Maclay, W. N. (1956). Factors affecting the solubility of nonionic emulsifiers. Journal of Colloid Science, 11(3), 272-285

[24] Moradi, M., & Yamini, Y. (2012). Surfactant roles in modern sample preparation techniques: a review. Journal of Separation Science, 35(18), 2319-2340.

[25] Melnyk, A., Namieśnik, J., & Wolska, L. (2015). Theory and recent applications of coacervate-based extraction techniques. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 71, 282-292.

[26] Ballesteros-Gómez, A., Rubio, S., & Pérez-Bendito, D. (2009). Potential of supramolecular solvents for the extraction of contaminants in liquid foods. Journal of Chromatography A, 1216(3), 530-539.

[27] Martinefski, M., Feizi, N., Lunar, M. L., & Rubio, S. (2019). Supramolecular solvent-based high-throughput sample treatment platform for the biomonitoring of PAH metabolites in urine by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. Chemosphere, 237, 124525.

[28] Ballesteros-Gómez, A., Sicilia, M. D., & Rubio, S. (2010). Supramolecular solvents in the extraction of organic compounds. A review. Analytica Chimica Acta, 677(2), 108-130

[29] Carasek, E., Bernardi, G., Morelli, D., & Merib, J. (2021). Sustainable green solvents for microextraction techniques: Recent developments and applications. Journal of Chromatography A, 1640, 461944.

[30] Altunay, N., Elik, A., & Gürkan, R. (2019). Vortex assisted-ionic liquid based dispersive liquid liquid microextraction of low levels of nickel and cobalt in chocolate-based samples and their determination by FAAS. Microchemical Journal, 147, 277-285.

[31] Altunay, N., Yıldırım, E., & Gürkan, R. (2018). Extraction and preconcentration of trace Al and Cr from vegetable samples by vortex-assisted ionic liquid-based dispersive liquid–liquid microextraction prior to atomic absorption spectrometric determination. Food chemistry, 245, 586-594.

[32] Ozturk, B., Parkinson, C., & Gonzalez-Miquel, M. (2018). Extraction of polyphenolic antioxidants from orange peel waste using deep eutectic solvents. Separation and Purification Technology, 206, 1-13.

[33] Lores, H., Romero, V., Costas, I., Bendicho, C., & Lavilla, I. (2017). Natural deep eutectic solvents in combination with ultrasonic energy as a green approach for solubilisation of proteins: application to gluten determination by immunoassay. Talanta, 162, 453-459.

[34] Ortega-Zamora, C., González-Sálamo, J., Hernández-Sánchez, C., & Hernández-Borges, J. (2020). Menthol-based deep eutectic solvent dispersive liquid–liquid microextraction: A simple and quick approach for the analysis of phthalic acid esters from water and beverage samples. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 8(23), 8783-8794.

[35] Moema, D., Dube, S., & Nindi, M. M. (2022). Greener Surfactant-Assisted Microextraction Method for the Determination of Fluoroquinolones in Chicken Livers by High-Performance Liquid Chromatography. Analytical Chemistry Letters, 12(2), 185-197.

[36] Deng, Q., Chen, M., Kong, L., Zhao, X., Guo, J., & Wen, X. (2013). Novel coupling of surfactant assisted emulsification dispersive liquid–liquid microextraction with spectrophotometric determination for ultra trace nickel. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 104, 64-69.

[37] Karimiyan, H., & Hadjmohammadi, M. (2016). Ultrasound-assisted supramolecular-solvent-based microextraction combined with high-performance liquid chromatography for the analysis of chlorophenols in environmental water samples. Journal of separation science, 39(24), 4740-4747.

[38] Algar, L., Sicilia, M. D., & Rubio, S. (2023). Ribbon-shaped supramolecular solvents: Synthesis, characterization and potential for making greener the microextraction of water organic pollutants. Talanta, 255, 124227.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1,2,4-TRİAZOL TÜREVLERİNİN ANTİBAKTERİYEL AJAN OLARAK MOLEKÜLER DOKİNG ÇALIŞMASI

Öğr. Gör. Dr., YASEMİN KEŞKEK KARABULUT
Kırklareli Üniversitesi,
ykeskekkarabulut@klu.edu.tr - ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6742-783X

Öğr. Gör. Dr., ERHAN ÖZTÜRK
Iğdır Üniversitesi,
kimyagerhan@hotmail.com - ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4006-2428

Doç. Dr., ZEYNEP ŞİLAN TURHAN
Iğdır Üniversitesi,
zeynepsilanturhan@hotmail.com - ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3587-2576

ÖZET

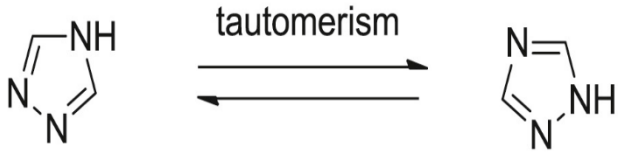
1,2,4-triazol türevi bileşikler, ilaca duyarlı ve ilaca dirençli patojenlere karşı potansiyel antibakteriyel aktiviteler de dahil olmak üzere kemoterapötik etkilere sahiptir. Hibridizasyon, ilaç direncini aşma, toksisiteyi azaltma ve farmakokinetik profilleri iyileştirme kapasitesine sahip yeni ilaçlar geliştirmek için yüksek bir potansiyel göstermektedir. 1,2,4-triazoller ve 1,2,4-triazol türevi bileşikler genellikle antikanser , antiviral, antitüberküloz, antifungal ve antibakteriyel aktiviteler gibi bir dizi farmakolojik özelliğe sahiptir. Son yıllarda, 1,2,4-triazolün diğer antibakteriyel farmakoforlarla hibridizasyonu yoluyla hem ilaca duyarlı hem de ilaca dirençli patojenlere karşı mükemmel aktiviteye sahip çeşitli yeni adaylar geliştirilmiştir. İlgili çalışmada; 1,2,4-triazol türevlerinin antibakteriyel etkilerini belirlemek amacıyla 4PRV proteini olan Escherichia coli bakterisinin reseptörü ile docking çalışmaları Autodock Vina programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 4PRV yapısı, DNA girazı, bakteriyel DNA replikasyonu ve transkripsiyonunda rol alan bir bakteriyel enzimdir. İlgili türevlerin E.coli 4PRV protein reseptörü ile kompleks içindeki konumu ve moleküller arası etkileşimleri değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler : 1,2,4-triazol, Doking, Autodock Vina, Antibakteriyel Aktivite.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. GİRİŞ

1,2,4-triazol ve türevleri heteroksiklik bileşik yapılarında olup, tıbbi ajanlar tarımsal kimyasallar, fonksiyonel malzemeler, iyonik sıvılar gibi alışılmadık derecede geniş bir potansiyele sahiplerdir. Bu yapıların, son yıllarda yapılan çeşitli araştırmaları ve geliştirmeleri, sonsuz bir alana sahip ve oldukça hızlı gelişen aktif bir alan konusu olmuştur. Ayrıca bu yapıların hazırlanması ve sentezlenme yöntemleri de giderek artan bir ilgi görmektedir [1]. 1,2,4-triazol halkasının elektronik açıdan zengin aromatik çerçevesi olması, hidrojen bağları oluşturma kapasitesi ve iyon dipol etkileşimleri dahil olmak üzere çoklu etkileşimler yoluyla çeşitli reseptörlere ve enzimlere kolaylıkla bağlanabilir. Bu sayede, antibakteriyel, antifungal, antimikrobakteriyel, anti-HIV ve antikanser aktiviteleri gibi çok çeşitli biyolojik ve farmakolojik aktiviteler gösterir. Ayrıca, 1,2,4-triazol halkasını içeren Flukonazol, Vorikonazol, Letrozol gibi çeşitli ticari ilaçlar da piyasada bulunmaktadır [2].



Görsel 1. 1,2,4-Triazol Yapısı

Antibakteriyel direnç, küresel çaptaki sağlık sorunları arasında en büyük olanıdır ve halk sağlığını da oldukça fazla tehdit eder. Yeni nesil antibiyotiklerin kullanılması, doğal antibakteriyellerde kombinasyon ve antibakteteriyel özellik gösteren kimyasal yapıların hibridizasyonu (yeni türevlerin oluşturulması) bu alandaki önemli yaklaşımlar arasında yer alır [3]. Hibridizasyon, ilaç dirençlerini yenmek ve biyolojik aktiviteleri arttırmak için ilaç geliştirmek amacıyla son yıllarda oldukça sık kullanılan umut vadeden bir yöntemdir. 1,2,4-triazollerin potansiyel antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir [4]. 1,2,4-triazol'ün diğer farmakoforlarla türevlerinin oluşturulması, daha yüksek verimliliğe sahip yeni antibakteriyel ajan adayları sağlayabilir. Bu bağlamda, 2008 yılında yapılan bir çalışmada da 1,2,4-triazol türevleri oluşturularak antibakteriyel aktivite gözlenmeye çalışılmıştır. Sonuçlarda, bazı türevlerin ilaç olarak piyasada bulunan siprofloksasine kıyasla arttığı bulunmuştur [5].

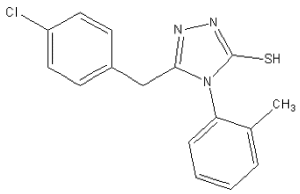
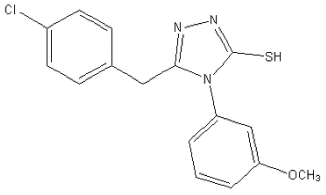
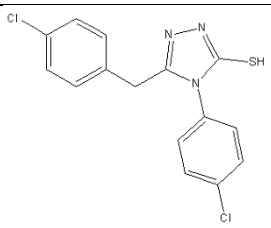
Moleküler yerleştirme yöntemi, bir bağlanma modeli oluşturan iki molekülün etkileşimini tahmin etmek için kullanılan hesaplamalı bir yöntemdir. Birçok ilaç keşfi uygulamasında kenetlenme, küçük bir molekül ile bir makromolekül arasında, örneğin protein-ligand kenetlenmesiyle yapılır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda ise, kenetlenme, örneğin protein-protein kenetlenmesi gibi iki makromolekül arasındaki bağlanma modunu tahmin etmek için de uygulanmaktadır. Son 15 yıldan fazla bir süredir moleküler yerleştirmeyle ilgili yayınların sayısı önemli ölçüde artmıştır [6]. Moleküler yerleştirme gibi yaklaşımlar günümüzde milyonlarca bileşiğin uygun bir sürede sanal olarak taranmasını sağlayarak, deneysel çalışmaların tanımlamasının ilk maliyetlerini düşürmekte ve istenen ilaç adaylarını bulma şansını artırmaktadır. Şu anda, ilaç keşfi görevlerini kolaylaştırmak için çeşitli moleküler modelleme teknikleri mevcuttur ve bunların çoğu yapı tabanlı ve ligand tabanlı yaklaşımlar

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

olarak sınıflandırılmaktadır [7]. Bu çalışmada da ligand tabanlı yaklaşımlar temel alınarak bir moleküler yerleştirme programı olan Autodock Vina programı kullanılmıştır.

Bu çalışmada da, literatürden alınan [5], MIC çalışmaları yapılmış ve antibakteriyel özelliğe sahip bazı 1,2,4-triazol türevlerinin E.coli proteini ile moleküler etkileşimleri ve bağlanma durumlarını değerlendirmek adına doking çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırma için ise aynı hesaplamalar antibakteriyel özelliği var olduğu bilinen 1,2,4-triazol iskelet yapısında da yapılmıştır.

Çizelge 1. 1,2,4 Triazol Türevleri [5]

		
2A	**2D**	**2F**

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Gaussian 09 ve GaussView 5.0.8

Gaussian09 paket programı, moleküler sistemlerin elektronik yapılarını incelemek için tasarlanmış popüler bir hesaplamalı kimya yazılımıdır. Bu program, kimya alanındaki geleneksel ve yenilikçi araştırma konularına katkı sağlamak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Deneysel olarak gözlemlenmesi zor veya imkânsız olan moleküllerin, geçiş durumlarının ve ara ürünlerin incelenmesi için idealdir. Ayrıca, potansiyel reaksiyon mekanizmalarını analiz etmek isteyen araştırmacılar için de güçlü bir araçtır. Gaussian09, hesaplamalı kimya çalışmalarında moleküllerin enerji durumları, yapısal özellikleri ve spektral analizleri gibi birçok alanda detaylı modelleme imkânı sunmaktadır[8].

Gaussview 5.0.8 gaussian yazılımı ise paket programlar için giriş dosyası adı verilen input dosyalarını hazırlamak ve gaussian çıktılarını görselleştirmek için hazırlanmış bir grafik ara yüzdür. Bu ara yüz, gaussian formatındaki molekülleri görsel hale getirir ve bu yapıları döndürme, hareket ettirme ve moleküllerde değişiklik yapma amacıyla kullanmaya olanak sağlar. Ayrıca karmaşık hesaplamalar için dahi kolaylıkla giriş dosyalarının hazırlanmasını sağlar [9].

2.2 AutoDock Vina ve Autodock Tools

AutoDock Vina, 2010 yılında AutoDock'un geliştirildiği laboratuvar tarafından oluşturulan bir kenetlenme (doking) yazılımıdır. Bu program, yerel ve global optimizasyon tekniklerini bir arada kullanan bir algoritmaya sahiptir. AutoDock Vina, önceki sürüm olan AutoDock'a kıyasla yaklaşık iki kat daha hızlı doking işlemi gerçekleştirebilmektedir. Diğer tüm doking yazılımlarında olduğu gibi, bu program da sistemin kimyasal potansiyellerini yaklaşık olarak değerlendiren bir skorlama fonksiyonuna dayanır. AutoDock Vina'da kullanılan skorlama fonksiyonu, Xscore fonksiyonunun iyileştirilmiş bir versiyonudur.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Skorlama fonksiyonları, fizik tabanlı terimler olan 6-12 van der Waals etkileşimleri ve Coulomb enerjilerini içerir. Ancak, deneysel enerji ve serbest enerji değerleri arasındaki farkları daha doğru bir şekilde yansıtmak için bu fonksiyonlarda bazı ayarlamalar yapılması gerekebilir. Bu nedenle, hidrofobik atomlar arasındaki hidrofobik etkileşimler ve hidrojen bağlarının yanı sıra, tüm atom çiftleri için sterik etkileşimlerin toplam etkisi dikkate alınmalıdır. Bu parametrelerin programa dahil edilmesi, skorlama fonksiyonunun hassasiyetini artırmak adına konfigürasyon dosyasında özelleştirme yapılmasını gerektirebilir [10]. Ayrıca AutoDockTools veya kısaca ADT adı verilen bir grafik kullanıcı arayüzü de mevcuttur. Bu, diğer şeylerin yanı sıra ligandda hangi bağların dönebilir olarak ele alınacağını ayarlamaya ve yerleştirmeleri analiz etmeye yardımcı olur [11].

2.3 RSCB Database

Protein veri bankası (pdb) proteinler ve nükleik asitler gibi büyük biyolojik moleküllerin 3 boyutlu yapılarının bulunduğu bir veritabanıdır. Protein veri bankasında yer alan bilgilerin kaynağını x-ışını kristalografi veya nükleer manyetik rezonans (nmr) spektroskopisi sağlamaktadır. Veri tabanında sunulan yapı bilgilerine dünyanın dört bir yanından araştırmacılar ücretsiz bir şekilde ulaşabilmektedir. Protein veri bankasında yer alan makromoleküller .pdb dosya formatlarında bulunmaktadır. İlgili .pdb dosyalarını adlandırmak için dört adet karakter kullanılır ve bu karakterlerden ilki bir rakamdan diğerleri ise belirli bir harf kodlama sisteminden meydana gelmektedir. Bu dosya format makromolekül olan proteinin atomik koordinatları, birincil ve ikincil yapı bilgileri, kristalografik yapı faktörleri, çözünme değerlerini ve yapı dizilim bilgilerini içerir. Protein veri bankasında bulunan dosya formatları (.pdb format) ilaç tasarımında kullanılan yazılım programlarının hemen hepsi tarafından entegre bir şekilde kullanılmaktadır [12].

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

İlgili çalışmada 1,2,4 Triazol ve Türevlerinin (2A, 2D ve 2F) doking antibakteriyel ajan adayı olabilme özelliklerini değerlendirmek amacıyla doking hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Yapılan hesaplamalar öncesinde enzim ve ligandlar (1,2,4 Triazol ve seçilen türevleri) doking işlemi için hazırlanmıştır.

3.1 Enzim Seçimi

RSCB Database veritabanından çözünme şekli, çözünürlük katsayısı, mutasyon varlığı, çözünme yılı dikkate alınarak seçilen 4PRV kodlu çözünmüş enzim seçilmiştir. 4PRV yapısı, DNA girazı, bakteriyel DNA replikasyonu ve transkripsiyonunda rol alan bir bakteriyel enzimdir ve antibiyotikler için doğrulanmış bir hedeftir. Bu kompleksi incelemek, DNA girazını hedefleyen antibiyotiklerin etki mekanizması hakkında bilgi sağlar. Çizelge 2'de seçilen 4PRV kodlu enzimin yapısal özellikleri görülmektedir.

Çizelge 2. 4PRV enzim yapısı [13]

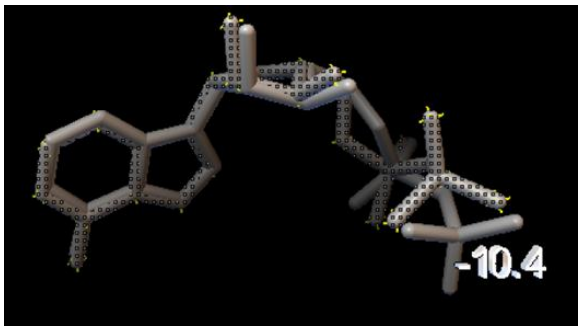
Kod	Kaynak	Mutasyon	Çözünürlük	Metod	Yıl	Ligandı	Tanım
4PRV	Escherichia coli	Yok	2.00 A^0	X-Ray	2014	ADP, MG	E. coli GyrB 43-kDa N-terminal fragment in complex with ADP

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3.2 Autodock Vina Validasyonu

Doking metodunun validasyonu, X-ray yapısında enzim içinde bulunan ligandın yapıdan çıkarılarak aynı enzim molekülüne doking programı yardımıyla yeniden yerleştirilmesi ve elde edilen konformasyonların referans yapıdaki konformasyondan sapmasının incelenmesi ile gerçekleştirilir. İlgili çalışmada validasyon için, kullanılan 4PRV yapısının içindeki ADP ligandı kullanıldı. Enzimden çıkarılan ADP ligandı AutoDock Vina programı kullanılarak tekrar bulunduğu bölgeye 4PRV enzimi ile doking işlemi gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle 4PRV yapısı içerisinde bulunan tüm su molekülleri ve Mg iyonu ADT kullanıcı arayüzü yardımıyla silindi. Daha sonra ligand olarak bulunan ADP yapısı, 4PRV yapısından yine ADT kullanıcı arayüzü yardımıyla ayrıldı. Doking sonucunda en iyi yerleşme gösteren ligand konformasyonunun RMSD değeri 1,425 A^0 olarak bulunmuştur. RMSD değeri 2 A^0'dan küçük olduğundan dolayı AutoDock Vina programının seçilen sistem için uygun olduğu belirlenmiştir [14]. Görsel 2'de ADP ligandının doking sonrası en iyi konformasyonunun ilk durum ile çakışması gösterilmektedir.

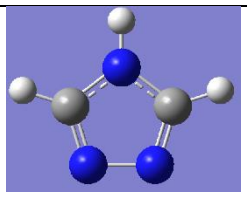
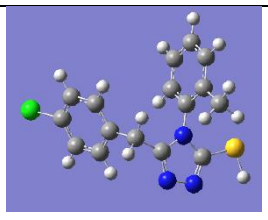
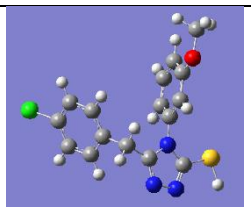
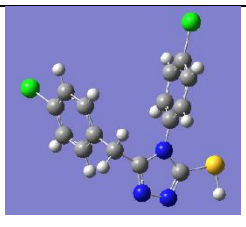


Görsel 2. ADP ligandının doking öncesi ve sonrası görüntüsü

3.3 Liganların Doking Çalışmasına Hazırlanması

2A, 2D, 2F türevleri ve 1,2,4-triazol iskelet yapısı Gaussian09 programı arayüzü yardımıyla çizilmiştir ve gaz fazında kuantum kimyasal özelliklerinin değerlendirilmesi için DFT/B3LYP seviyesinde 6-311+G basis seti ile optimize edilmiştir. Doking çalışmalarından önce ligand moleküllerinin optimize edilmesinin sebebi en kararlı konformasyonun doking çalışmalarında kullanılması sebebiyledir. Çizelge 3'de dört adet ligand yapısının optimizasyon sonrası görüntüleri verilmiştir.

Çizelge 3. 1,2,4-Triazol ve Türevlerinin (2A,2D,2F) Optimizasyon sonrası 3 boyutlu görüntüleri

			
1,2,4-triazol	**2A**	**2D**	**2F**

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Gaussian09 programı yardımıyla oluşturulan .log dosyaları doking hesaplamalarında kullanılmak üzere .pdb dosya formatına çevrilmiştir ve kenetlenme hesaplamalarında bu yapılar kullanılmıştır. ADT Tools yardımı ile açılan ligand dosyalarının öncelikle torsiyon kökü ve ligand molekülündeki torsiyon sayısı belirlenmiştir. Son olarak elde edilen yapı molekülleri .pdbqt formatında kaydedilmiş ve doking işlemi için hazır hale getirilmiştir.

3.4 Doking Hesaplamaları

AutoDock Vina ile doking işlemi gerçekleştirmek için, ADT arayüzü kullanılarak hazırlanan .pdbqt formatındaki enzim ve ligand dosyalarını içeren bir konfigürasyon dosyası oluşturulmuştur. Bu dosyada; doking yapılacak enzim ve ligand dosyalarının isimleri ve formatları, hedef bölgenin kartezyen koordinatları ve doking alanının genişliğini tanımlayan parametreler yer almaktadır. Ayrıca, doking işleminin gerçekleştirileceği grid haritasının kartezyen koordinatları ve grid kutusunun boyut bilgileri de bu dosyada tanımlanmıştır. Konfigürasyon dosyası, ligandların ve makromoleküllerin hazırlanmasından sonra AutoDock Vina tarafından hesaplamalarda kullanılan tek giriş dosyasıdır.Program tarafından 1,2,4-triazol ve 2A, 2D, 2F türevleri için bir log ve out dosyası yine .pdbqt formatında oluşturulmuştur. Çizelge 4'de oluşturan log dosyaları görülmektedir.

Çizelge 4. 1,2,4-Triazol ve Türevleri (2A,2D,2F) için Autodock Vina programı tarafından oluşturulan log dosyaları

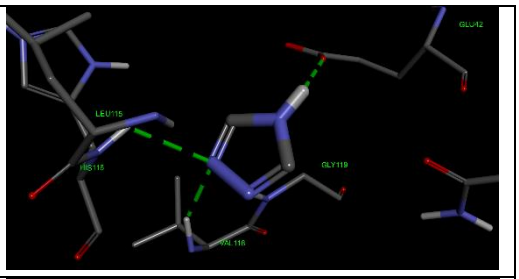
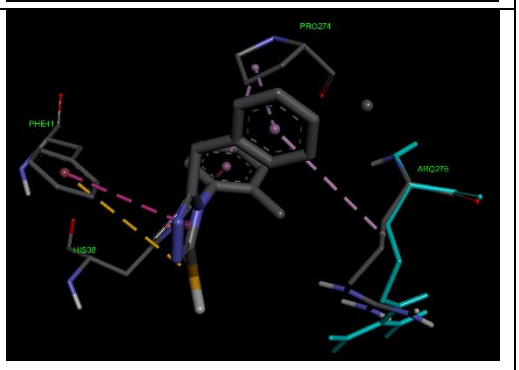
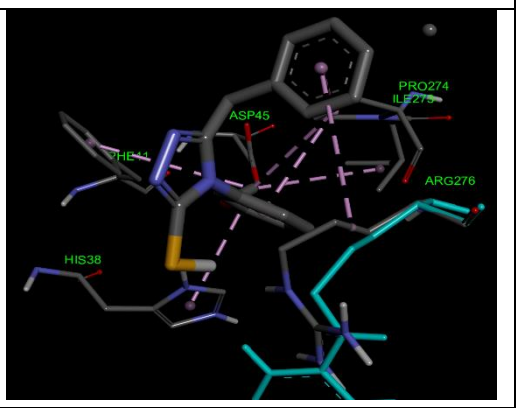
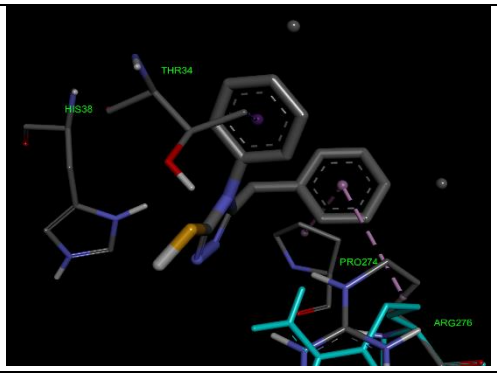
1,2,4 Triazol	2A	2D	2F
mode | affinity | dist from best mode | (kcal/mol) | rmsd l.b.| rmsd u.b. 1 -4.2 0.000 0.000 2 -4.2 0.043 1.657 3 -3.9 2.144 2.767 4 -3.9 2.178 2.764 5 -3.8 9.965 10.215 6 -3.5 10.550 11.304 7 -3.4 2.602 3.559 8 -3.3 10.769 11.212 9 -3.1 11.955 12.333 Writing output ... done.	mode | affinity | dist from best mode | (kcal/mol) | rmsd l.b.| rmsd u.b. 1 -8.1 0.000 0.000 2 -7.8 1.971 2.618 3 -7.8 2.151 4.161 4 -7.7 2.371 4.336 5 -7.6 3.762 6.567 6 -7.5 2.521 3.951 7 -7.5 5.313 8.258 8 -7.5 3.871 6.115 9 -7.5 3.793 6.431 Writing output ... done.	mode | affinity | dist from best mode | (kcal/mol) | rmsd l.b.| rmsd u.b. 1 -8.0 0.000 0.000 2 -7.7 1.267 1.684 3 -7.5 2.754 4.515 4 -7.4 2.359 3.322 5 -7.4 3.059 5.056 6 -7.3 4.323 6.910 7 -7.1 3.596 6.017 8 -7.0 4.211 6.914 9 -7.0 2.977 4.076 Writing output ... done.	mode | affinity | dist from best mode | (kca /mol) | rmsd l.b.| rmsd u.b. 1 7.7 0.000 0.000 2 7.4 3.477 4.939 3 -7.3 3.963 5.371 4 -7.3 4.202 7.355 5 -7.3 2.646 3.417 6 -7.2 4.753 6.372 7 -7.1 4.006 5.231 8 7.1 4.258 6.346 9 6.9 4.156 6.726 Writing output ... done.

Her bir yapı için 9 konformasyon belirlenmiştir ve sonuçlar ADT kullanıcı arayüzü yardımıyla yorumlanmıştır. En iyi bağlanmayı gösteren konformasyon seçilmiş ve aktif bölgede etkileşimde olduğu aminoasitler, etkileşim çeşitleri, aktif bölgedeki üç boyutlu pozisyonları incelenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. 1,24-Triazol ve Türevlerinin (2A, 2D, 2F) aktif bölgedeki etkileşimleri ve 3 boyutlu görüntüleri

Yapı	Bağlanma Enerjisi	Etkileşimler	Etkileşimdeki Aminoasitler	3 Boyutlu Görüntü

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1,2,4 Triazol	-4,2 kcal/mol	**3 H Bağı** (HIS116, VAl118 ve GLU42), Pi-alkil etkileşimleri	LEU115, HIS116, VAL118, GLY119, GLU42	
2A	-8.1 kcal/mol	**1 H Bağı** (HIS38), Pi-sülfür bağı, pi-pi etkileşimi, pi-alkil etkileşimleri, Pi-sülfür bağı, pi-pi etkileşimi, pi-alkil etkileşimleri	PHE41, PRO274, ARG276, HIS38	
2D	-8,0 kcal/mol	Hidrofobik etkileşimler, pi-alkil etkileşimleri,	ASP45, ILE273, PRO274, HIS38, PHE41, ARG276	
2F	-7,7 kcal/mol	Hidrofobik etkileşimler, pi-alkil etkileşimleri,	HIS38, THR34, PRO274, ARG276	

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, 1,2,4-triazol ve türevlerinin (2A, 2D, 2F) antibakteriyel etkilerini belirlemek amacıyla 4PRV proteini olan Escherichia coli bakterisinin reseptörü ile doking çalışmaları Autodock Vina programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Türevlerinin seçiminde ise 2008 yılında yapılan deneysel olarak antibakteriyel özellikleri tanımlanmış yapılar tercih edilmiştir [5]. İlgili türevlerin ve 1,2,4-triazol iskelet yapısının E.coli 4PRV protein reseptörü ile kompleks içindeki konumu ve moleküller arası etkileşimleri değerlendirilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Doking hesaplamaları sonrası elde edilen bağlanma enerjileri ve aktif bölgedeki etkileşimler dikkate alındığında en iyi bağlanmayı 2A türevinin gösterdiği ve çalışılan yapılardan en düşük bağlanmayı 1,2,4-triazol yapısının gösterdiği görülmüştür. 1,24-triazol yapısının antibakteriyel özellik gösterdiği literatürden bilinmektedir. 1,2,4-triazol yapısının ve 2A, 2D, 2F türevlerinin moleküler yapıları incelendiğinde yapıda -Cl (klor) varlığının antibakteriyel olma aktivitesini azalttığı görülmüştür. Öte yandan, yapıda -CH_3 (metil grubu) varlığının ise antibakteriyel ajan olarak aktiviteyi arttırdığı göstermiştir. Sonuçlar, yeni antibakteriyel ajan yapılarının moleküler olarak tasarlanmasında yol gösterici olabilir.

KAYNAKÇA

[1] Zhang, H. Z., LV Damu, G., Cai, G. X., & Zhou, C. H. Current developments in the syntheses of 1, 2, 4-triazole compounds. Current Organic Chemistry, 18(3), 359-406, 2014.
[2] Fan, Z., Shi, J., & Bao, X. Synthesis and antimicrobial evaluation of novel 1, 2, 4-triazole thioether derivatives bearing a quinazoline moiety. Molecular diversity, 22, 657-667, 2018.
[3] Farhadi, F., Khameneh, B., Iranshahi, M., & Iranshahy, M. Antibacterial activity of flavonoids and their structure–activity relationship: An update review. Phytotherapy Research, 33(1), 13-40, 2019.
[4] Gao, F., Wang, T., Xiao, J., & Huang, G. Antibacterial activity study of 1, 2, 4-triazole derivatives. European journal of medicinal chemistry, 173, 274-281, 2019.
[5] Desai, N. C., Bhavsar, A. M., Shah, M. D., & Saxena, A. K. Synthesis and QSAR studies of thiosemicarbazides, 1, 2, 4-triazoles, 1, 3, 4-thiadiazoles and 1, 3, 4-oxadiazoles derivatives as potential antibacterial agents, Indian Journal of Chemistry, Vol.47B, 579-589, 2008.
[6] Prieto-Martínez, F. D., Arciniega, M., & Medina-Franco, J. L. Molecular docking: current advances and challenges. TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas, 21, 2018.
[7] Pinzi, L., & Rastelli, G. Molecular docking: shifting paradigms in drug discovery. International journal of molecular sciences, 20(18), 4331, 2019.
[8] Frisch, M. E., Trucks, G. W., Schlegel, H. B., Scuseria, G. E., Robb, M. A., Cheeseman, J. R., Scalmani, G., Barone, V., Mennucci, B., Petersson, G. A., & Nakatsuji, H. *Gaussian 09 (Revision A. 02).* Gaussian Inc., Wallingford, 2009.
[9] Dennington, R., Keith, T., & Millam, J. GaussView, version 5, 2009.
[10] Trott, O., & Olson, A. J. "AutoDock Vina: Improving the Speed and Accuracy of Docking with a New Scoring Function, Efficient Optimization, and Multithreading. Journal of Computational Chemistry, 31(2), 455–461, 2010.
[11] Morris, G. M., Huey, R., Lindstrom, W., Sanner, M. F., Belew, R. K., Goodsell, D. S., & Olson, A. J. AutoDock4 and AutoDockTools4: Automated docking with selective receptor flexibility, Journal of computational chemistry, 30(16), 2785-2791, 2009.
[12] Berman, H. M., Westbrook, J., Feng, Z., Gilliland, G., Bhat, T. N., Weissig, H., ... & Bourne, P. E. The protein data bank. *Nucleic acids research*, *28*(1), 235-242, 2000.
[13] Stanger, F. V., Dehio, C., & Schirmer, T. Structure of the N-terminal Gyrase B fragment in complex with ADP· Pi reveals rigid-body motion induced by ATP hydrolysis. PloS one, 9(9), e107289, 2014.
[14] Keşkek Karabulut, Y., Yiğit, A., Karacali Tunç, A., Saritaş, B. M., Kesici, S., Uzun, Y., & Sadullahoğlu, C. MAO-A Inhibitor Properties by Molecular Modeling Method, Antimicrobial

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Activity and Characterization of Silver Nanoparticles Synthesized from Lactifluus Bertillonii Mushroom. Duzce University Journal of Science & Technology, 12(4), 2024.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

BAZI 1,2,4-TRİAZOL TÜREVLERİNİN ANTİBAKTERİYEL AKTİVİTELERİNİN KUANTUM KİMYASAL HESAPLAMALARI

Öğr. Gör. Dr., ERHAN ÖZTÜRK
Iğdır Üniversitesi,
kimyagerhan@hotmail.com - ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4006-2428

Öğr. Gör. Dr., YASEMİN KEŞKEK KARABULUT
Kırklareli Üniversitesi,
ykeskekkarabulut@klu.edu.tr - ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6742-783X

Doç. Dr., ZEYNEP ŞİLAN TURHAN
Iğdır Üniversitesi,
zeynep.turhanirak@igdir.edu.tr - ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3587-2576

ÖZET

Triazol, üç azot atomu ve iki karbon atomu içeren beş üyeli bir heterosiklik bileşik halka yapısına sahiptir. Kimyada oldukça önemli bir yere sahiptir. Özellikle, tıbbi kimyada ve tarım sektöründe oldukça önemlidir. 1,2,3-triazol ve 1,2,4-triazol olmak üzere iki temel izomeri vardır. Bu yapılar, azot atomlarının halkadaki konumlarına göre farklılık gösterir. En önemli kullanım alanlarından biri de antibakteriyel özelliklere sahip bileşiklerin sentezinde kullanılmasıdır. Çalışmada, triazol türevlerinin kuantum kimyasal hesaplamaları ve görselleştirmeleri sırasıyla Gaussian ve GaussView program paketleri kullanılarak gerçekleştirildi. Sınır moleküler orbitalleri (HOMO-LUMO), hacim (volume) ve yoğunluk değerleri için 6-311G(d,p) baz setine sahip DFT/B3LYP (Lee-Yang-Parr korelasyon fonksiyonelini kullanan Becke'nin üç parametreli hibrit modeli) yöntemi kullanılarak hesaplamalar gerçekleştirildi. Optimize edilmiş moleküler yapılar, toplam enerji, E_{LUMO}, yoğunluk ve moleküler hacim değerlerinin çalışmaya konu triazol türevlerinin antibakteriyel aktiviteleri ile arasındaki ilişki deneysel sonuçlarla karşılaştırılarak yorumlandı.

Anahtar kelimeler: Triazol, DFT, Antimikrobiyal aktivite.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. GİRİŞ

Beş üyeli aromatik azol halkasında üç azot atomu içeren triazol bileşikleri, çeşitli kovalent olmayan etkileşimler yoluyla biyolojik sistemdeki çeşitli enzimler ve reseptörlerle kolayca bağlanabilir ve böylece çok yönlü biyolojik aktiviteler gösterir. Triazol bazlı türevlerin tıbbi ilaçlar olarak ilgili araştırmaları son derece aktif bir konu olmuştur ve çok sayıda mükemmel başarı elde edilmiştir. Dikkat çekici bir şekilde, çok sayıda triazol bileşiği klinik ilaçlar veya adaylar olarak çeşitli hastalık türlerinin tedavisi için sıklıkla kullanılmış olup, bunlar büyük geliştirme değerlerini ve tıbbi ajanlar olarak geniş potansiyellerini göstermiştir (Zhou & Wang, 2012). Triazol iskelet kısmı, güçlü antikanser ajanlarının keşfinde seçkin bir yapı taşıdır ve bazı analogları hâlihazırda sağlık hizmetleri ve klinikler için yapılmıştır veya çeşitli kanserlere karşı mücadele için klinik denemeler altındadır. Hibrit bileşikler kanser tedavisinde önemli bir konuma gelmiştir ve triazol yapılarının diğer antikanser farmakoforlarla hibridizasyonu, özellikle ilaca dirençli kanser olmak üzere kanser tedavisi için değerli terapötik müdahale sağlayabilir (Al Sheikh Ali et al., 2020; Gonzaga et al., 2018; Kaur et al., 2016; Morak-Młodawska et al., 2019). Triazoller, karbon atomlarının izosterik olarak azot atomuyla değiştirildiği belirgin tıbbi gruplardır (Namratha & Gaonkar, 2014; Shiroudi et al., 2020). Triazolleri içeren kimya, ilaç endüstrisindeki tıbbi ve endüstriyel özellikleri nedeniyle hayati bir role sahiptir (Al Sheikh Ali et al., 2020; El-Sayed et al., 2017; Xu et al., 2019). 1,2,4-triazol türevleri tıbbi kimyada önemli bileşiklerdir (Ríos-Malváez et al., 2021). Dahası, 1,2,4-triazolün 3. pozisyonunda kükürt atomunun bulunması biyolojik aktiviteleri artırmak için hayati öneme sahiptir. Tautomerik formların bağıl kararlılıklarının anlaşılması yapısal kimya bakış açılarından önemlidir(Andrade et al., 2020; Jia et al., 2020). Dahası, tautomerizasyon enerjilerinin farklı türevlerde nasıl değiştiğini bilmek, ikame edicilerin moleküler reaktivite ve kararlılık üzerindeki etkisine dair bir fikir verir. Çeşitli heterosikler arasında 1,2,4-triazol çekirdekleri geniş bir biyolojik özellik yelpazesi sergilemiş olup, literatürlerde oldukça geniş yer bulmaktadır (Al Sheikh Ali et al., 2020; Maddila et al., 2013). Bu sınıf bileşikler antiviral, antibakteriyel, antifungal, antienflamatuvar ve kanser karşıtı ajanlar olarak da işlev görürler (Cui et al., 2005; Gonzaga et al., 2018; Gupta & Jain, 2015; Kaur et al., 2016; Mioc et al., 2018; Morak-Młodawska et al., 2019; Sarigol et al., 2015; Stingaci et al., 2020).

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Fizikokimyasal, farmakokinetik ve farmakodinamik özellikler, ilaç adaylarının insan vücudu üzerindeki etkilerini veya risklerini değerlendirmek için kritik özelliklerden bazıları olarak ortaya çıkmıştır. Yüksek oranda ilaç geri çekilmeleri, ilaç endüstrisi ve düzenleyiciler üzerindeki klinik öncesi güvenlik denemelerini iyileştirme baskısını artırmaktadır. İn vitro ve in vivo taramalar maliyetli ve zahmetli olduğundan, bu özellikleri tahmin etmek için silico yaklaşımlar yaygın olarak uygulanmaktadır. Hesaplamalı araçlar, isabetlerin belirlenmesinden öncü bileşiklerin optimizasyonuna kadar ilaç keşif programlarında önemli bir rol oynar. Çeşitli hesaplamalı yöntemler ve teknikler, aday ilacı çeşitli özelliklere (ilaç benzerliği, fizikokimyasal, farmakodinamik ve farmakokinetik özellikler) dayanarak diğer moleküllerden elemeye yardımcı olan yöntemlerdir. Moleküler yerleştirme, ligandların makromoleküllerle olan varsayımsal afinitelerini ve bağlanma modlarını tahmin etmek için son derece yararlı ve

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

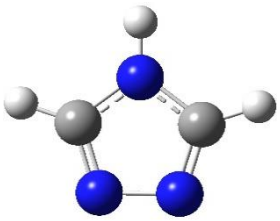
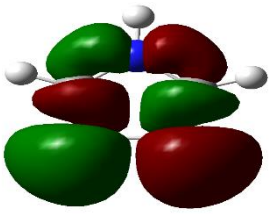
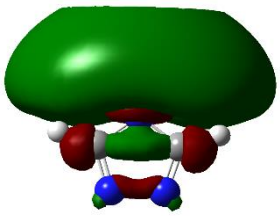
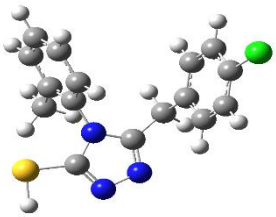
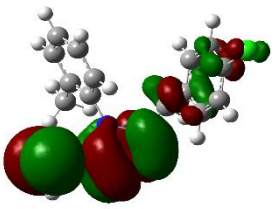
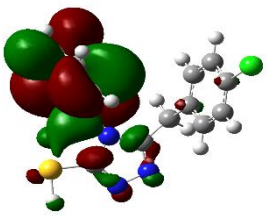
makul şekilde doğrulanmış bir hesaplamalı yöntemdir (Gu et al., 1992; Lim & Kaldis, 2013; Malumbres & Barbacid, 2009; Tadesse et al., 2018).

Çalışmadaki 1,2,4-triazol ve türevleri olan 2a, 2d ve 2f bileşiklerinin teorik hesaplamaları B3LYP/6-311G(d,p) düzeyinde gerçekleştirildi. Tam geometri optimizasyonu 6-311G(d,p) baz kümesi kullanılarak gerçekleştirilmiş olup, sınır orbital enerjisi, atomik net yükler tartışılmış ve yapı-aktivite ilişkileri de incelenmiştir. Yoğunluk fonksiyonel teorisi (DFT), yüksek verimlilik ve doğruluk nedeniyle çok çeşitli moleküler özellikleri hesaplamak için yaygın olarak kullanılmaktadır. DFT, özellikle kapsamlı elektron konjugasyonu ve/veya yalnız elektron çiftleri içeren sistemlerde elektron korelasyon katkılarını da yeterince hesaba katmaktadır. 1,2,4-triazol ve türevleri olan 2a, 2d ve 2f bileşiklerinin E_{LUMO}, E_{HOMO}, yoğunluk ve moleküler hacim değerlerinin hesaplamaları DFT yardımı ile yapılmıştır. DFT hesaplama yardımı ile antibakteriyel aktiviteleri ve antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiştir.

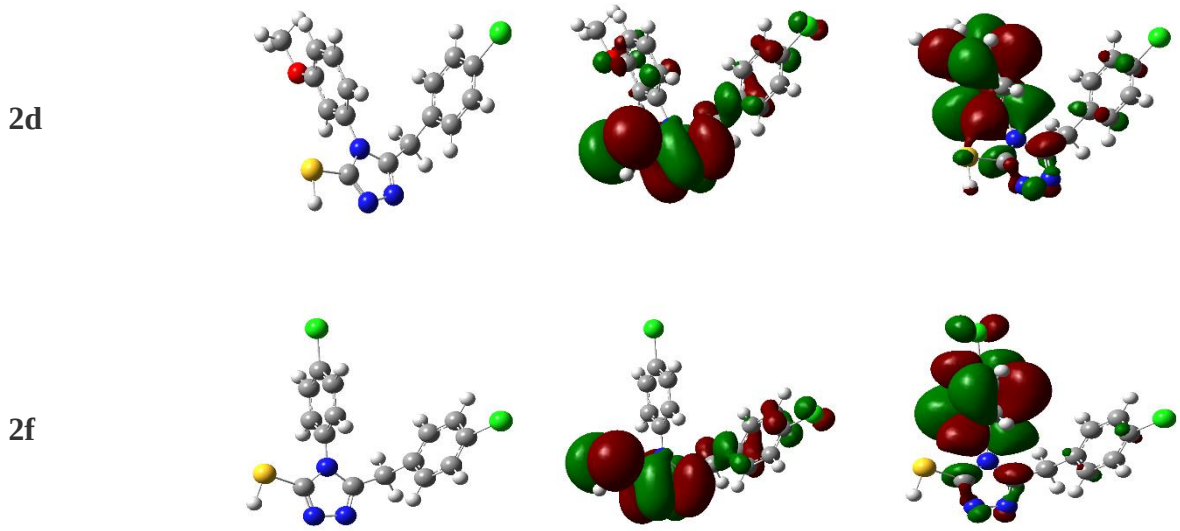
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

1,2,4-triazol ve Desai ve arkadaşlarının 2008 yılında yapmış oldukları çalışmadan alınan türevleri olan 2a, 2d ve 2f bileşiklerinin teorik hesaplamaları B3LYP/6-311G(d,p) baz kümesi kullanılarak gaz fazında gerçekleştirildi. Tablo 1'de Optimize edilmiş temel hal geometrisi (GSG), HOMO ve LUMO diyagramları verildi.

Tablo 1. Optimize edilmiş temel hal geometrisi (GSG), HOMO ve LUMO diyagramları

Molekül No	GSG	HOMO	LUMO
1,2,4-Triazol			
2a			

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Antibakteriyel aktivitesi, tanımlayıcı LUMO (En Düşük Enerjili Boş Moleküler Orbital) ve yoğunluk fonksiyonu ile tanımlanır. 1,2,4-triazol ve türevleri olan 2a, 2d ve 2f bileşiklerinin HOMO ve LUMO diyagramlarında görüldüğü üzere HOMO'da elektron yoğunlukları triazol üzerinde olup LUMO elektron yoğunlukları triazol 1N üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Diyagramdan anlaşılacağı gibi antimikrobiyal aktivitenin LUMO üzerinden olduğunu gösterir.

Küçük enerji boşluklarının genellikle yüksek kimyasal reaktivite , düşük kinetik kararlılık ile ilişkili olduğunu ve bu moleküllerin yumuşak moleküller olarak adlandırıldığını hatırlatmak yararlıdır (Fleming, 1976; Şahin et al., 2015; Uzun et al., 2019).

Çalışmadaki 1,2,4-triazol ve türevleri olan 2a, 2d ve 2f bileşiklerinin teorik hesaplamalarının HOMO, LUMO, hacim, kütle ve yoğunluk hesaplamaları B3LYP/6-311G(d,p) baz kümesi kullanılarak gerçekleştirildi sonuçlar Tablo 2'de verildi.

Tablo 2. Molekül no., HOMO, LUMO, ΔE, m, V ve d sonuçlsrı

	TD-DFT 6-311G(d,p)					
Molekül No	**HOMO (au)**	**LUMO (au)**	**ΔE (au)**	**m (g/mol)**	**V (cm^3/mol)**	**d (g/cm^3)**
1,2,4-Triazol	-0,2758	-0,0199	0,2559	69.033	53.853	1.282
2a	-0,2479	-0,0459	0,2020	315.060	285.068	1.105
2d	-0,2471	-0,0492	0,1979	331.055	261.207	1.267
2f	-0,255	-0,0619	0,1931	335.005	271.813	1.232

LUMO, bir molekülün elektronegatifliğini ve reaktivitesini tanımlayan bir parametredir. Düşük kapasiteli LUMO'lu moleküller, yüksek kapasiteli LUMO'lu moleküllere göre daha fazla

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

elektron kabul edebilir ve sonuç olarak daha yüksek aktivite gösterir. Yoğunluk ise, atomların bir moleküle ne kadar sıkı bir şekilde paketlendiğini gösterir; moleküler ağırlık ve moleküler hacmin oranı olarak hesaplanır. Böylece, daha düşük yoğunluğa sahip bir molekül daha yüksek aktiviteye sahip olacaktır. Bu çalışmada, HOMO ve LUMO arasındaki enerji farkı gaz fazı hesaplamalarında sırasıyla 0,2559 (1,2,4-Triazol), 0,2020 (2a), 0,1979 (2d) ve 0,1931 (2f) olarak elde edildi. Bu sonuçlar ile en iyi antibakteriyel aktivite gösteren yapılar sırasıyla 2f, 2d, 2a ve 1,2,4-Triazol olarak değerlendirildi.

2008'de Desai ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 1,2,4-triazol ve türevleri olan 2a, 2d ve 2f yapılarının antimikrobiyal aktivite gösterdiği çalışılmıştır (Desai et al., 2008). Bileşiklerin antimikrobiyal aktiviteleri ile ilgili bilgi edinmek için elektronik parametreler ve yoğunluk arasındaki ilişkiyi incelenmiştir. LUMO enerjisi, moleküler yoğunluk hesaplandı. Türevlerin LUMO hesaplanması 1,2,4-triazol molekülünden daha düşük sonuçlar verdiği hesaplanmıştır. LUMO hesaplamasından sonra ikinci adım olan yoğunluk hesaplamasına göre en düşük ve en iyi aktivite sırasıyla 2a, 2f, 2d ve 1,2,4-triazol olarak değerlendirildi.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, 1,2,4-triazol ve türevleri olan 2a, 2d, 2f antibakteriyel ve antimikrobiyal aktivite belirlemek için DFT yöntemi kullanıldı. Belirlenen yapıların sonuçları deneysel veriler ile uyum içinde olduğu değerlendirilmiştir. Antibakteriyel olarak en iyi aktivite verecek yapının 2a olduğu kuantum kimyasal hesaplama yöntemle de belirlenmiştir. DFT ile yapılan hesaplamaların doğrultusunda, tasarlanacak yeni moleküllere ışık tutacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Al Sheikh Ali, A., Khan, D., Naqvi, A., Al-Blewi, F. F., Rezki, N., Aouad, M. R., & Hagar, M. (2020). Design, synthesis, molecular modeling, anticancer studies, and density functional theory calculations of 4-(1, 2, 4-triazol-3-ylsulfanylmethyl)-1, 2, 3-triazole derivatives. *ACS omega*, *6*(1), 301-316.

Andrade, P. d., Fraga Dias, A. d., Figueiró, F., Torres, F. C., Kawano, D. F., Oliveira Battastini, A. M., Carvalho, I., Tomich de Paula da Silva, C. H., & Campos, J. M. (2020). 1, 2, 3-Triazole tethered 2-mercaptobenzimidazole derivatives: design, synthesis and molecular assessment toward C6 glioma cell line. *Future medicinal chemistry*, *12*(8), 689-708.

Cui, L.-J., Xie, Z.-F., Piao, H.-R., Li, G., Chai, K.-Y., & Quan, Z.-S. (2005). Synthesis and anticonvulsant activity of 1-substituted-7-benzyloxy-4, 5-dihydro-[1, 2, 4] triazolo [4, 3-a] quinoline. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, *28*(7), 1216-1220.

Desai, N., Bhavsar, A., Shah, M., & Saxena, A. K. (2008). Synthesis and QSAR studies of thiosemicarbazides, 1, 2, 4-triazoles, 1, 3, 4-thiadiazoles and 1, 3, 4-oxadiazoles derivatives as potential antibacterial agents.

El-Sayed, W., Khalaf, H., Mohamed, S., Hussien, H., Kutkat, O., & Amr, A. (2017). Synthesis and antiviral activity of 1, 2, 3-triazole glycosides based substituted pyridine via click cycloaddition. *Russian Journal of General Chemistry*, *87*, 2444-2453.

Fleming, I. (1976). Frontier orbitals and organic chemical reactions. *(No Title)*.

Gonzaga, D. T., Demaria, T. M., Leandro, J. G., Costa, D., Ferreira, V. F., Sola-Penna, M., de C da Silva, F., & Zancan, P. (2018). A novel triazole derivative drug presenting in vitro and in vivo anticancer properties. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, *18*(17), 1483-1493.

Gu, Y., Rosenblatt, J., & Morgan, D. (1992). Cell cycle regulation of CDK2 activity by phosphorylation of Thr160 and Tyr15. *The EMBO journal*, *11*(11), 3995-4005.

Gupta, D., & Jain, D. (2015). Synthesis, antifungal and antibacterial activity of novel 1, 2, 4-triazole derivatives. *Journal of advanced pharmaceutical technology & research*, *6*(3), 141-146.

Jia, Y., Li, M., Cao, Y., Feng, W., Li, X., Xue, W., & Shi, H. (2020). Discovery of a novel benzenesulfonamide analogue that inhibits proliferation and metastasis against ovarian cancer OVCAR-8 cells. *Drug Design, Development and Therapy*, 207-216.

Kaur, R., Ranjan Dwivedi, A., Kumar, B., & Kumar, V. (2016). Recent developments on 1, 2, 4-triazole nucleus in anticancer compounds: a review. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry (Formerly Current Medicinal Chemistry-Anti-Cancer Agents)*, *16*(4), 465-489.

Lim, S., & Kaldis, P. (2013). Cdks, cyclins and CKIs: roles beyond cell cycle regulation. *Development*, *140*(15), 3079-3093.

Maddila, S., Pagadala, R., & B. Jonnalagadda, S. (2013). 1, 2, 4-Triazoles: A review of synthetic approaches and the biological activity. *Letters in Organic Chemistry*, *10*(10), 693-714.

Malumbres, M., & Barbacid, M. (2009). Cell cycle, CDKs and cancer: a changing paradigm. *Nature reviews cancer*, *9*(3), 153-166.

Mioc, M., Avram, S., Bercean, V., Kurunczi, L., Ghiulai, R. M., Oprean, C., Coricovac, D. E., Dehelean, C., Mioc, A., & Balan-Porcarasu, M. (2018). Design, Synthesis and Biological Activity Evaluation of S-Substituted 1 H-5-Mercapto-1, 2, 4-Triazole Derivatives as Antiproliferative Agents in Colorectal Cancer. *Frontiers in chemistry*, *6*, 373.

Morak-Młodawska, B., Pluta, K., Latocha, M., Jeleń, M., & Kuśmierz, D. (2019). Design, synthesis, and structural characterization of novel diazaphenothiazines with 1, 2, 3-triazole substituents as promising antiproliferative agents. *Molecules*, *24*(23), 4388.

Namratha, B., & Gaonkar, S. L. (2014). 1, 2, 4-Triazoles: synthetic strategies and pharmacological profiles. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, *6*(8), 73-80.

Ríos-Malváez, Z. G., Cano-Herrera, M.-A., Dávila-Becerril, J. C., Mondragon-Solorzano, G., Ramírez-Apan, M. T., Morales-Morales, D., Barroso-Flores, J., Santillán-Benítez, J. G., Unnamatla, M. B., & García-Eleno, M. A. (2021). Synthesis, characterization and cytotoxic activity evaluation of 4-(1, 2, 3-triazol-1-yl) salicylic acid derivatives. *Journal of Molecular Structure*, *1225*, 129149.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Sarigol, D., Uzgoren-Baran, A., Tel, B. C., Somuncuoglu, E. I., Kazkayasi, I., Ozadali-Sari, K., Unsal-Tan, O., Okay, G., Ertan, M., & Tozkoparan, B. (2015). Novel thiazolo [3, 2-b]-1, 2, 4-triazoles derived from naproxen with analgesic/anti-inflammatory properties: Synthesis, biological evaluation and molecular modeling studies. *Bioorganic & medicinal chemistry*, *23*(10), 2518-2528.

Shiroudi, A., Safaei, Z., Kazeminejad, Z., Repo, E., & Pourshamsian, K. (2020). DFT study on tautomerism and natural bond orbital analysis of 4-substituted 1, 2, 4-triazole and its derivatives: solvation and substituent effects. *Journal of Molecular Modeling*, *26*, 1-11.

Stingaci, E., Zveaghinteva, M., Pogrebnoi, S., Lupascu, L., Valica, V., Uncu, L., Smetanscaia, A., Drumea, M., Petrou, A., & Ciric, A. (2020). New vinyl-1, 2, 4-triazole derivatives as antimicrobial agents: Synthesis, biological evaluation and molecular docking studies. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, *30*(17), 127368.

Şahin, Z. S., Kantar, G. K., Şaşmaz, S., & Büyükgüngör, O. (2015). Synthesis, molecular structure, spectroscopic analysis, thermodynamic parameters and molecular modeling studies of (2-methoxyphenyl) oxalate. *Journal of Molecular Structure*, *1087*, 104-112.

Tadesse, S., Caldon, E. C., Tilley, W., & Wang, S. (2018). Cyclin-dependent kinase 2 inhibitors in cancer therapy: an update. *Journal of medicinal chemistry*, *62*(9), 4233-4251.

Uzun, S., Esen, Z., Koç, E., Usta, N. C., & Ceylan, M. (2019). Experimental and density functional theory (MEP, FMO, NLO, Fukui functions) and antibacterial activity studies on 2-amino-4-(4-nitrophenyl)-5, 6-dihydrobenzo [h] quinoline-3-carbonitrile. *Journal of Molecular Structure*, *1178*, 450-457.

Xu, Z., Zhao, S.-J., & Liu, Y. (2019). 1, 2, 3-Triazole-containing hybrids as potential anticancer agents: Current developments, action mechanisms and structure-activity relationships. *European journal of medicinal chemistry*, *183*, 111700.

Zhou, C., & Wang, Y. (2012). Recent researches in triazole compounds as medicinal drugs. *Current medicinal chemistry*, *19*(2), 239-280.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

DETERMINATION OF THE POTENTIAL OF CERTAIN BORON COMPOUNDS IN THE PHOTOCATALYTIC REMOVAL OF METHYLENE BLUE

İbrahim Teğin [1], Kudret Akşit [2], Gurbet Canpolat [3], Erdal Yabalak [4]

[1] Siirt University, Faculty of Science and Arts, Department of Chemistry, Siirt, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-5661-7195, ibrahim.tegin@gmail.com
[2] Siirt University, Faculty of Science and Arts, Department of Chemistry, Siirt, Türkiye, ORCID ID: 0009-0004-8545-901X, kudretmertaksit@gmail.com
[3] Siirt University, Faculty of Science and Arts, Department of Chemistry, Siirt, Türkiye ORCID ID: 0000-0002-8014-7760, gokalp.gurbet@gmail.com
[4] Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies, Technical Science Vocational School, Mersin University, 33343 Mersin, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-4009-4174, yabalakerdal@gmail.com

Abstract

Dyes, Heavy metals, pesticides, fertilizers, and petrochemicals are among the primary contributors to environmental problems. These industrial waste products, when discharged into water bodies as byproducts of manufacturing processes, lead to significant pollution. Dyes, in particular, pose a major threat to water quality due to their complex chemical structures and toxic properties. Since dyes consist of organic compounds that are often resistant to solubility in water, their removal through conventional treatment methods is challenging. This highlights the growing need for alternative and effective treatment approaches.

In this study, UV irradiation and various boron compounds were employed to investigate the removal potential of methylene blue, a commonly known organic dye. The photocatalytic effects of $NaBH_3$, H_3BO_3, and $Na_2B_4O_7$ in combination with H_2O_2 were evaluated under different experimental conditions. The experimental findings revealed that using UV irradiation alone for a reaction time of 120 minutes removed 13.40% of methylene blue (50 ppm). However, when UV light was combined with $NaBH_3$, H_3BO_3, and $Na_2B_4O_7$ at a concentration of 0.5 g/L each, the removal rates were 63.24%, 13.76%, and 2.68%, respectively.

In the presence of 0.03 M H_2O_2 and UV light, 93.20% of the dye was removed under identical reaction conditions. When 0.5 g/L of $NaBH_3$, H_3BO_3, and $Na_2B_4O_7$ were used individually under the same conditions, the removal rates were 83.67%, 99.95%, and 98.16%, respectively.

These findings demonstrate that H_3BO_3 and $Na_2B_4O_7$, when combined with UV irradiation and H_2O_2, achieve a high removal efficiency of methylene blue. The results suggest that the photocatalytic effects of boron compounds hold promising potential for mitigating environmental pollution. Further exploration of the role of boron compounds in photocatalytic applications may lead to innovative approaches in water treatment technologies.
Keywords: Photocatalytic Removal, Boron Compounds, UV Irradiation

1. INTRODUCTION

The Earth's surface is predominantly covered by water, accounting for approximately 71% of its total area. However, only 3% of this vast water resource is freshwater, and two-thirds of it is inaccessible for direct use. Water, vital for all forms of life, plays a crucial role in human progress. Yet, rapid industrial development, driven by advancing civilization, has significantly

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

contributed to water pollution. Industrial wastes, including a wide range of substances such as pharmaceutical products, heavy metals, dyes, pesticides, fertilizers, and petrochemicals, are discharged into water bodies, leading to contamination. Among these pollutants, dyes are particularly notable for their contribution to water pollution due to their contaminating properties (Jarodhia et al., 2024).

Many dyes are synthetic and have carcinogenic effects, causing chromosomal abnormalities in living organisms. Consequently, they can lead to neurological disorders in the brain and central nervous system, kidney diseases, and skin irritation upon contact (Özcan & Özcan, 2004).

Effluents from industries such as textiles, cosmetics, printing, dyeing, food coloring, and paper manufacturing are often contaminated with dyes, which are toxic to living organisms due to their carcinogenic nature. These pollutants can cause allergic dermatitis, skin irritation, cancer, and genetic mutations. Therefore, it is crucial to remove unwanted dye contaminants from wastewater before they are discharged into the environment. Various methods, such as activated carbon adsorption, chemical coagulation, ion exchange, electrolysis, and biological treatment, are employed to achieve this (Ertaş et al., 2010).

In addition, removal of methylene blue (MB) with both raw and modified clay as well as removal of methylene blue (MB) from the solution by modification of raw clay was carried out (Teğin & Saka, 2021). In another study, removal of methylene blue (MB) from water was investigated with the help of waste walnut and pistachio shell based hydrocarbons (Teğin et al., 2022).

Şenel and colleagues investigated the mutagenic effects of direct dyes and observed that they contain genotoxic chemicals that exhibit mutagenic properties in marine organisms. Furthermore, their research highlighted that humans consuming such mutagenic seafood are exposed to genotoxic chemicals (Şenel et al., 2012).

In this study, the degradation of methylene blue was examined using UV irradiation and various boron compounds. The photocatalytic effects of $NaBH_3$, H_3BO_3, and $Na_2B_4O_7$ in combination with H_2O_2 were evaluated in different combinations.

2. 2. EXPERIMENTAL RESEARCH

2.1. Method

In this study, Merck-brand chemicals such as H_2O_2, $NaBH_3$, H_3BO_3, and $Na_2B_4O_7 \cdot 7H_2O$ were used. Analyses were conducted using a Perkin Elmer Lambda 750 UV device, and a UV fluorescence lamp was employed for photocatalytic effects.

For the experiments, 50 ppm methylene blue was treated under UV light and with UV light combined with 0.5 g/L of $NaBH_3$, H_3BO_3, and $Na_2B_4O_7$, along with 0.03 M H_2O_2, over a reaction duration of 120 minutes.

3. RESULTS AND DISCUSSION

In this study, the removal efficiency of 50 ppm methylene blue dye was determined to be 63.24%, 13.76%, and 2.68%, respectively, when treated with UV light alone and in combination with 0.5 g/L of $NaBH_3$, H_3BO_3, and $Na_2B_4O_7$. The results of methylene blue dye removal under these conditions are presented in Figure 1, while its visual appearance is shown in Figure 2.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

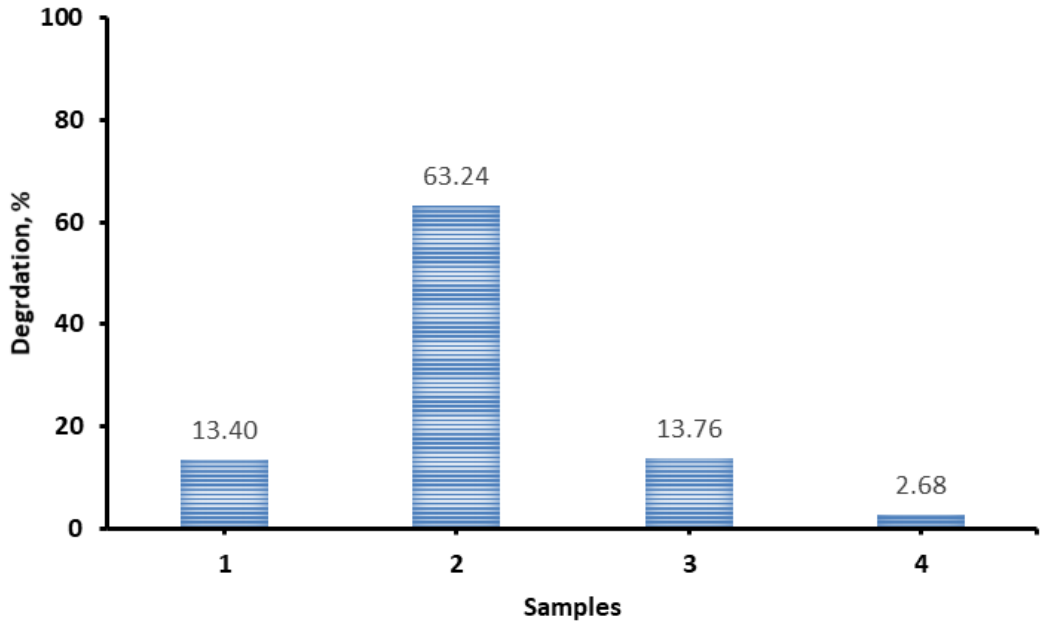


Figure 1: Removal of the dye using UV light and UV light combined with $NaBH_3$, H_3BO_3, and $Na_2B_4O_7$ (1: UV, 2: UV-$NaBH_3$, 3: UV-H_3BO_3, 4: UV-$Na_2B_4O_7$).

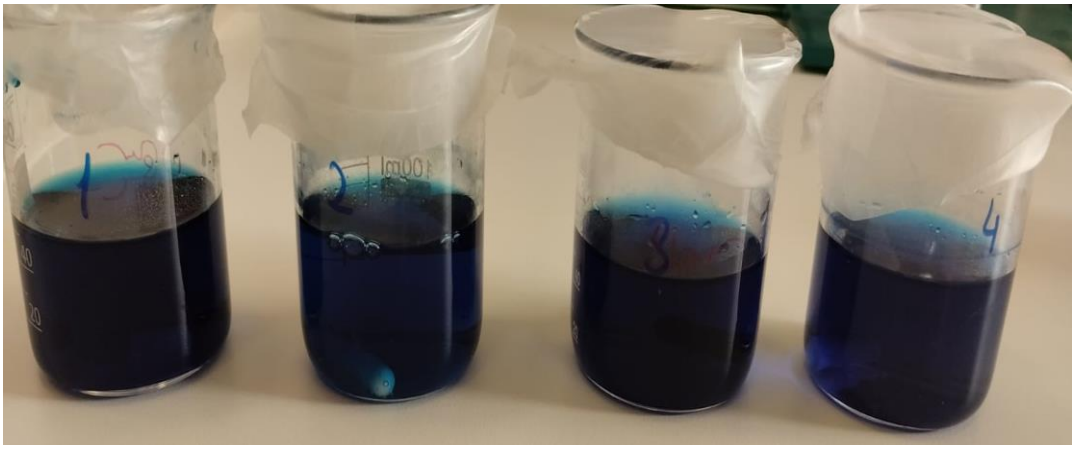


Figure 2: Visual appearance of dye removal using UV light and UV light combined with $NaBH_3$, H_3BO_3, and $Na_2B_4O_7$ (1: UV, 2: UV-$NaBH_3$, 3: UV-H_3BO_3, 4: UV-$Na_2B_4O_7$).

In this study, the removal efficiency of 50 ppm methylene blue dye was determined to be 83.67%, 99.95%, and 98.16%, respectively, when treated under UV light with 0.03 M H_2O_2 and 0.5 g/L of $NaBH_3$, H_3BO_3, and $Na_2B_4O_7$. The results of methylene blue dye removal under these conditions are presented in Figure 3, and its visual appearance is shown in Figure 4.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

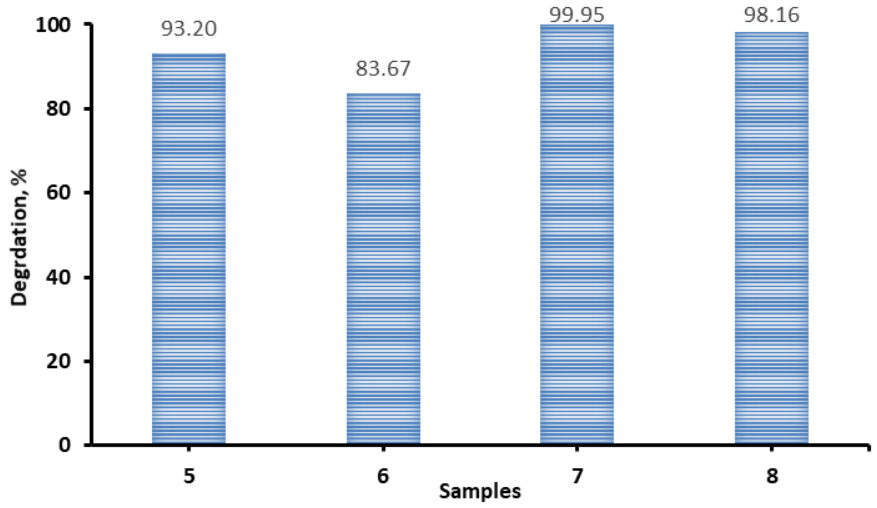


Figure 3: Dye removal efficiency using UV light combined with H_2O_2, $NaBH_3$, H_3BO_3, and $Na_2B_4O_7$ (5: UV-H_2O_2, 6: UV-H_2O_2-$NaBH_3$, 7: UV-H_2O_2-H_3BO_3, 8: UV-H_2O_2-$Na_2B_4O_7$).

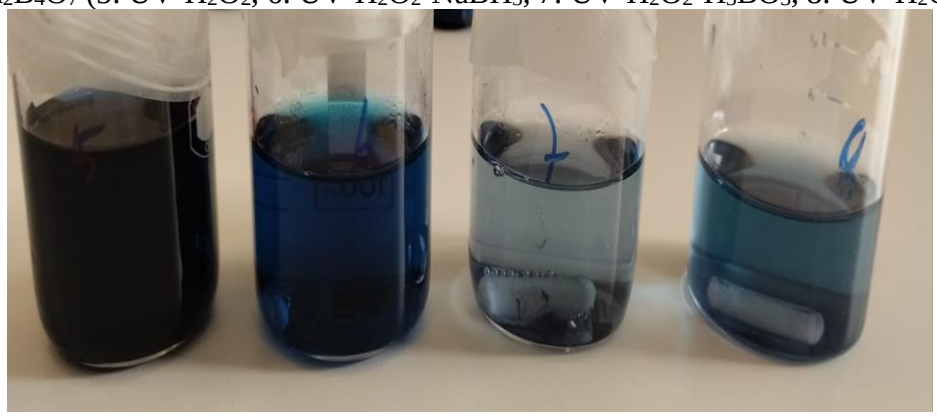


Figure 4: Visual appearance of dye removal using UV light combined with H_2O_2, $NaBH_3$, H_3BO_3, and $Na_2B_4O_7$ (5: UV-H_2O_2, 6: UV-H_2O_2-$NaBH_3$, 7: UV-H_2O_2-H_3BO_3, 8: UV-H_2O_2-$Na_2B_4O_7$)

The results of this study demonstrate the potential of UV irradiation and boron compounds in the removal of methylene blue, highlighting significant differences in the efficiency of different treatment methods. The removal efficiency observed when UV irradiation was applied alone (13.40%) suggests that while UV light facilitates some degradation of methylene blue, it is insufficient as a standalone treatment method. This emphasizes the necessity of combining UV light with catalytic agents to achieve higher removal rates.

Among the boron compounds tested, H_3BO_3 and $Na_2B_4O_7$ exhibited particularly high removal efficiencies when used in conjunction with UV light and H_2O_2, achieving rates of 99.95% and 98.16%, respectively. These results indicate the strong photocatalytic activity of these compounds, likely due to their ability to generate reactive oxygen species (ROS) in the presence of H_2O_2. ROS are known to attack and degrade the complex chemical structure of methylene blue, resulting in its effective removal.

Interestingly, $NaBH_3$, while effective (83.67%), showed a slightly lower removal efficiency compared to H_3BO_3 and $Na_2B_4O_7$ under the same conditions. This discrepancy could be attributed to differences in the chemical reactivity and stability of the compounds during the photocatalytic process. The specific interactions between each boron compound, H_2O_2, and UV

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

irradiation could influence the generation of ROS, thereby affecting the overall removal efficiency.

The visual observations depicted in Figures 2 and 4 align with the quantitative findings, showcasing the progression of methylene blue degradation across different experimental setups. The nearly complete removal of methylene blue in the presence of H_3BO_3 and $Na_2B_4O_7$ confirms the superior photocatalytic performance of these compounds. These findings not only underscore the efficiency of boron compounds as photocatalysts but also highlight their potential application in treating wastewater containing organic dyes. Further studies are recommended to optimize the operational parameters and investigate the long-term stability of these compounds in real-world water treatment systems.

4. CONCLUSION

This study investigated the potential of UV irradiation and boron compounds in the photocatalytic removal of methylene blue, a widely used organic dye known for its resistance to conventional treatment methods. The findings revealed that while UV light alone achieved a moderate removal efficiency, the addition of boron compounds significantly enhanced the degradation process.

H_3BO_3 and $Na_2B_4O_7$, particularly in combination with H_2O_2, demonstrated exceptional removal efficiencies of 99.95% and 98.16%, respectively, highlighting their strong photocatalytic activity. $NaBH_3$ also showed considerable effectiveness, with an efficiency of 83.67%. These results underscore the role of boron compounds in generating reactive oxygen species under UV light, facilitating the degradation of the complex chemical structure of methylene blue.

The study highlights the promising potential of boron-based photocatalysis as an effective and sustainable approach for the treatment of wastewater containing organic dyes. These findings could serve as a foundation for developing advanced water treatment technologies. Future research should focus on exploring the scalability, cost-effectiveness, and environmental impact of these methods to optimize their application in industrial and municipal wastewater management.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

REFERENCES

Ertaş, M., Acemioğlu, B., Alma, M. H., & Usta, M. (2010). Removal of methylene blue from aqueous solution using cotton stalk, cotton waste and cotton dust. *Journal of Hazardous Materials*, *183*(1–3), 421–427. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.07.041

Jarodhia, N., Joshi, K., Kumar, N. S., & Ameta, K. L. (2024). Remediation of methylene blue dye from an aqueous solution using biomass-based nanocomposites. *Biomass Conversion and Biorefinery*, *0123456789*. https://doi.org/10.1007/s13399-024-06311-9

Özcan, A. S., & Özcan, A. (2004). Adsorption of acid dyes from aqueous solutions onto acid-activated bentonite. *Journal of Colloid and Interface Science*, *276*(1), 39–46. https://doi.org/10.1016/j.jcis.2004.03.043

Şenel, Ü., İbrahim Sur, H., & Demirtaş, M. (2012). Tekstil Endüstrisinde Kullanılan Bazı Sentetik Direkt Boyarmaddelerin Mutajenik Etkisinin Umu-Testi İle Araştırılması. *KSÜ Doğa Bil. Derg*, *15*(1), 2012.

Teğin, İ., Demirel, M. F., Alacabey, İ., & Yabalak, E. (2022). Investigation of the effectiveness of waste nut shell–based hydrochars in water treatment: a model study for the adsorption of methylene blue. *Biomass Conversion and Biorefinery*, *1*, 3. https://doi.org/10.1007/s13399-022-02996-y

Teğin, İ., & Saka, C. (2021). *Chemical and thermal activation of clay sample for improvement adsorption capacity of methylene blue*. https://doi.org/10.1080/03067319.2021.1928105

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

COMPARING BIOCHEMICAL ANALYSES OF COVID-19 PATIENTS WITH HEALTHY INDIVIDUALS

Mehmet Nuri GÜLSÜN [1], İbrahim TEĞİN [2], Erdal YABALAK [3]

[1] Dicle University, ORCID ID: 0000-00024-2856-4284, mngkimya@gmail.com
[2] Siirt University, Faculty of Science and Arts, Department of Chemistry, Siirt, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-5661-7195, ibrahim.tegin@gmail.com
[3] Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies, Technical Science Vocational School, Mersin University, 33343 Mersin, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-4009-4174, yabalakerdal@gmail.com

Abstract
Coronavirus disease (COVID-19) is an infectious disease caused by the Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2), leading to severe acute respiratory illness. It has been globally defined as a pandemic, having spread rapidly across the world. In this study, the biochemical results of 61 patients with the COVID-19 Delta variant, based on their age, gender, and a 3-day average, were analyzed and compared with healthy individuals. The biochemical markers analyzed included CRP, glucose, urea, creatinine, sodium, potassium, chloride, calcium, phosphorus, magnesium, total bilirubin, direct bilirubin, indirect bilirubin, ALT, AST, ALP, LDH, CK, CGT, total protein, albumin, globulin, and uric acid. The following results were obtained for these parameters: CRP 7.64±6.36 mg/dL, glucose 167.00±64.08 mg/dL, urea 61.14±37.08 mg/dL, creatinine 1.26±1.22 mg/dL, sodium 136.78±4.52 mmol/L, potassium 4.16±0.51 mmol/L, chloride 104.30±5.40 mmol/L, calcium 7.92±0.77 mg/dL, phosphorus 2.98±0.92 mg/dL, magnesium 2.02±0.31 mg/dL, total bilirubin 0.60±0.29 mg/dL, direct bilirubin 0.17±0.13 mg/dL, indirect bilirubin 0.43±0.19 mg/dL, ALT 38.15±34.61 U/L, AST 40.48±29.46 U/L, ALP 82.54±38.38 U/L, LDH 411.95±248.11 U/L, CK 137.51±120.88 U/L, CGT 5.55±0.73 U/L, total protein 2.88±0.50 g/dL, albumin 2.67±0.42 g/dL, globulin 4.94±2.49 mg/dL. Upon reviewing the normal reference values, CRP, glucose, urea, creatinine, LDH, CGT, and uric acid levels were found to be elevated, while indirect bilirubin, CK, total protein, albumin, and globulin levels were found to be lower than expected. However, the values for total bilirubin, direct bilirubin, ALT, AST, and ALP were within normal reference ranges.

Keywords: COVID-19, biochemical analysis, acute.

1. INTRODUCTION

Coronaviruses are large single-stranded RNA viruses that infect both humans and animals, with the ability to spread through human-to-human transmission. They were first identified in 1966 by scientists Tyrell and Bynoe, who isolated the virus from patients believed to have the common cold. The name "coronavirus" (from the Latin corona, meaning crown) was inspired by the virus's spherical shape and crown-like surface structure. Coronaviruses are classified into four subfamilies: Alpha, Beta, Gamma, and Delta. Beta-coronaviruses primarily originate from mammals, especially bats, while Gamma and Delta coronaviruses are associated with birds and pigs. Of the seven coronaviruses known to infect humans, Alpha-coronaviruses typically cause mild or asymptomatic infections, whereas Beta-coronaviruses can lead to severe illness or death. Notably, SARS-CoV-2 shares 96% of its genome with a bat-origin coronavirus (Zhou et al., 2020).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

On December 31, 2019, a novel strain of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2), part of the SARS coronavirus family, was reported in Wuhan, Hubei Province, China (Bai et al., 2020). In the weeks that followed, the virus rapidly spread to other parts of the world (Phan et al., 2020). The Chinese Public Health Clinical and Scientific Societies acted swiftly, enabling the timely identification of the virus and sharing its genetic sequence globally (Wu et al., 2020) SARS-CoV-2, a new type of coronavirus, was linked to respiratory illness in humans (Wu et al., 2020).

On January 30, 2020, the World Health Organization (WHO) declared the outbreak a public health emergency of international concern. Shortly after, on February 12, 2020, WHO officially named the disease caused by the novel coronavirus as "coronavirus disease 2019 (COVID-19)" (WHO, 2020).

To contain the outbreak, an international team of experts collaborated with Chinese authorities, stressing the need for rapid laboratory testing. RT-PCR emerged as a key diagnostic tool for confirming COVID-19 infections, often supplemented by (Shrestha & Shrestha, 2020). Shrestha & Shrestha, 2020). However, challenges such as false-negative results and limited availability of RT-PCR tests complicated the detection of cases outside controlled settings. Radiological imaging, particularly chest CT scans, played a critical role in diagnosing the disease, monitoring its progression, and guiding treatment plans. Continuous CT monitoring from the onset of symptoms through recovery was essential for assessing lung and organ involvement (Pan & Guan, 2020).

This study evaluates retrospective biochemical parameters in 61 COVID-19 patients diagnosed with the Delta variant. Results are compared against non-patient and reference values for further analysis (Mehmet Nuri Gülsün, 2021).

2. EXPERIMENTAL STUDIES

2.1. Method

We conducted a retrospective analysis of biochemical parameters in 61 hospitalized patients diagnosed with the COVID-19 Delta variant. Biochemical data were collected over 3 days, with average results considered for evaluation. Blood samples were processed by centrifugation at 4000 rpm for 5 minutes in yellow-capped tubes, yielding sera. These sera were analyzed using photometric techniques with the BECHMAN COULTER DXC 700 AU autoanalyzer. A control group consisting of 42 healthy individuals was also established (Gülsün, 2021). Comparisons were made both within each group and between the patient and control groups.

The following tests were performed using the autoanalyzer's specified methods: Sodium (Na), Potassium (K), and Chlorine (Cl) by the INDIRECT method; Alkaline Phosphatase (ALP), Alanine Transaminase (ALT), Aspartate Transaminase (AST), Creatine Kinase (CK), Lactate Dehydrogenase (LDH), Gamma-Glutamyltransferase (GGT) by the IFCC method; Albumin (ALB) by the BROMKRESOL method; Direct Bilirubin (DBIL) and Total Bilirubin (TBIL) by the DPD method; Calcium (Ca) by the ARSENAZO method; Creatinine (CREA) by the PICRIC ACID (PICRATE) method; Glucose (GLU) by the G6PDH method; Phosphorus (P) by the MOLIBDATE method; Magnesium (Mg) by the CYCLIDYL BLUE method; Total Protein (TP) by the BLUE-PURPLE COMPLEX method; Urea (UREA) by the UREASE-GLDH method; Uric Acid (UA) by the ALLANTOIN method; and C-Reactive Protein (CRP) by the ANTI HUMAN CRP ANTICOR method (Gülsün, 2021).

3. RESULTS AND DISCUSSION

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Biochemical analyses were conducted on 61 patients diagnosed with the COVID-19 Delta variant, and the results are presented in Table 1.

Table 1. Biochemical analysis results of 61 patients with the COVID-19 Delta variant

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Reference range
CRP	61	0.22	24.78	7.64	6.36	0-0.5 mg/dL
Glucose	61	85.57	381.60	167.00	64.08	74-106 mg/dL
Urea	61	14.07	177.53	61.14	37.08	17-43 mg/dL
Creatine	61	0.24	5.90	1.26	1.22	Male: 0.67-1.15 Female:0.51-0.95 mg/dL
Sodium	61	122.17	152.63	136.78	4.52	136-146 mmol/L
Potassium	61	3.17	5.67	4.16	0.51	3.5-5.1 mmol/L
Chlorine	61	93.30	122.97	104.30	5.40	101-109 mmol/L
Calcium	61	5.82	9.46	7.92	0.77	8.8-10.6 mg/dL
Phosphorus	61	1.17	5.69	2.98	0.92	2.5-4.5 mg/dL
Magnesium	61	1.45	3.25	2.02	0.31	1.9-2.5 mg/dL
Total bilirubin	61	0.17	1.64	0.60	0.29	0.3-1.2 mg/dL
Direct bilirubin	61	0.03	0.72	0.17	0.13	0-0.2 mg/dL
Indirect bilirubin	61	0.14	1.10	0.43	0.19	0-1.5 mg/dL
ALT	61	4.43	164.23	38.15	34.61	Male:0-50 U/L Female:0-35 U/L
AST	61	12.97	207.87	40.48	29.46	Male:0-50 U/L Female:0-35 U/L
ALP	61	37.13	254.27	82.54	38.38	30-120 U/L
LDH	61	132.80	1305.77	411.95	248.11	0-248 U/L
CK	61	7.07	1328.77	137.51	190.88	Female ≤ 145 U/L Male ≤ 171 U/L
CGT	61	10.63	475.20	69.33	80.40	Female 0.38 U/L Male 0.55 U/L
Total protein	61	3.92	7.34	5.55	0.73	6.6-8.3 g/dL
Albumin	61	1.78	3.91	2.88	0.50	6.6-8.3 g/dL
Globulin	61	1.56	3.68	2.67	0.42	2-3 g/dL
Uric acid	61	1.73	15.95	4.94	2.49	Female 2.6-6.0

The gender distribution of 61 patients diagnosed with the COVID-19 Delta variant is presented in Table 2.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Table 2. Gender distribution of 61 patients with the COVID-19 Delta variant

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Woman	31	50.8	50.8	50.8
	Male	30	49.2	49.2	100.0
	Total	61	100.0	100.0	

Biochemical analyses of 61 patients diagnosed with the COVID-19 Delta variant were conducted based on gender, and the results are presented in Table 3.

Table 3. Biochemical analysis results of 61 patients with the COVID-19 Delta variant by gender.

						95% Confidence Interval for Mean			
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
CRP	Woman	31	6.17	5.07	0.91	4.31	8.02	0.25	20.27
	Male	30	9.16	7.24	1.32	6.46	11.86	0.22	24.78
	Total	61	7.64	6.36	0.81	6.01	9.27	0.22	24.78
Glucose	Woman	31	179.26	75.42	13.55	151.59	206.92	94.07	381.60
	Male	30	154.34	47.80	8.73	136.49	172.19	85.57	319.17
	Total	61	167.00	64.08	8.20	150.59	183.41	85.57	381.60
Urea	Woman	31	62.24	42.39	7.61	46.70	77.79	14.07	177.53
	Male	30	60.00	31.35	5.72	48.29	71.70	15.50	131.40
	Total	61	61.14	37.08	4.75	51.64	70.64	14.07	177.53
Creatine	Woman	31	1.28	1.26	0.23	0.82	1.75	0.24	5.49
	Male	30	1.24	1.19	0.22	0.80	1.69	0.33	5.90
	Total	61	1.26	1.22	0.16	0.95	1.58	0.24	5.90
Sodium	Woman	31	136.83	5.48	0.98	134.82	138.84	122.17	152.63
	Male	30	136.74	3.34	0.61	135.49	137.99	130.17	144.53
	Total	61	136.78	4.52	0.58	135.63	137.94	122.17	152.63
Potassium	Woman	31	4.16	0.59	0.11	3.94	4.38	3.17	5.67
	Male	30	4.15	0.42	0.08	3.99	4.31	3.47	5.28
	Total	61	4.16	0.51	0.07	4.03	4.29	3.17	5.67
Chlorine	Woman	31	104.65	6.23	1.12	102.36	106.94	93.30	122.97
	Male	30	103.95	4.46	0.82	102.28	105.61	97.07	115.40
	Total	61	104.30	5.40	0.69	102.92	105.69	93.30	122.97
Calcium	Woman	31	8.17	0.70	0.13	7.91	8.43	6.34	9.44
	Male	30	7.67	0.77	0.14	7.38	7.96	5.82	9.46
	Total	61	7.92	0.77	0.10	7.72	8.12	5.82	9.46
Phosphorus	Woman	31	3.09	0.86	0.16	2.78	3.41	1.99	5.69
	Male	30	2.87	0.98	0.18	2.50	3.24	1.17	4.89
	Total	61	2.98	0.92	0.12	2.75	3.22	1.17	5.69
Magnesium	Woman	31	1.98	0.27	0.05	1.88	2.08	1.45	2.61
	Male	30	2.05	0.35	0.06	1.92	2.18	1.51	3.25
	Total	61	2.02	0.31	0.04	1.94	2.09	1.45	3.25
	Woman	31	0.57	0.33	0.06	0.45	0.69	0.17	1.64

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Total	Male	30	0.63	0.25	0.05	0.53	0.72	0.23	1.31
bilirubin	Total	61	0.60	0.29	0.04	0.52	0.67	0.17	1.64
Direct	Woman	31	0.15	0.13	0.02	0.10	0.20	0.03	0.72
bilirubin	Male	30	0.19	0.13	0.02	0.14	0.24	0.04	0.62
	Total	61	0.17	0.13	0.02	0.14	0.20	0.03	0.72
Indirect	Woman	31	0.41	0.23	0.04	0.33	0.50	0.14	1.10
bilirubin	Male	30	0.45	0.15	0.03	0.40	0.51	0.17	0.76
	Total	61	0.43	0.19	0.02	0.38	0.48	0.14	1.10
ALT	Woman	31	25.45	18.92	3.40	18.51	32.39	5.17	79.07
	Male	30	51.28	41.91	7.65	35.63	66.93	4.43	164.23
	Total	61	38.15	34.61	4.43	29.29	47.02	4.43	164.23
AST	Woman	31	30.96	11.84	2.13	26.62	35.30	13.70	55.37
	Male	30	50.31	38.12	6.96	36.07	64.54	12.97	207.87
	Total	61	40.48	29.46	3.77	32.93	48.02	12.97	207.87
ALP	Woman	31	77.48	34.08	6.12	64.98	89.99	37.13	186.87
	Male	30	87.77	42.32	7.73	71.97	103.57	44.00	254.27
	Total	61	82.54	38.38	4.91	72.71	92.37	37.13	254.27
LDH	Woman	31	359.72	212.43	38.15	281.80	437.64	157.03	1249.17
	Male	30	465.92	273.41	49.92	363.83	568.01	132.80	1305.77
	Total	61	411.95	248.11	31.77	348.40	475.49	132.80	1305.77
CK	Woman	31	125.71	128.51	23.08	78.57	172.85	13.93	504.10
	Male	30	149.69	240.82	43.97	59.77	239.61	7.07	1328.77
	Total	61	137.51	190.88	24.44	88.62	186.39	7.07	1328.77
CGT	Woman	31	52.53	56.06	10.07	31.96	73.09	10.63	280.93
	Male	30	86.69	97.51	17.80	50.28	123.10	11.70	475.20
	Total	61	69.33	80.40	10.29	48.74	89.92	10.63	475.20
Total	Woman	31	5.82	0.66	0.12	5.57	6.06	3.97	7.34
protein	Male	30	5.27	0.71	0.13	5.01	5.54	3.92	6.50
	Total	61	5.55	0.73	0.09	5.36	5.74	3.92	7.34
Albumin	Woman	31	2.98	0.48	0.09	2.80	3.15	1.78	3.88
	Male	30	2.77	0.51	0.09	2.58	2.96	1.86	3.91
	Total	61	2.88	0.50	0.06	2.75	3.00	1.78	3.91
Globulin	Woman	31	2.81	0.35	0.06	2.68	2.94	2.19	3.68
	Male	30	2.52	0.44	0.08	2.35	2.69	1.56	3.63
	Total	61	2.67	0.42	0.05	2.56	2.78	1.56	3.68
Uric acid	Woman	31	5.68	2.86	0.51	4.63	6.73	1.76	15.95
	Male	30	4.19	1.78	0.33	3.52	4.85	1.73	9.46
	Total	61	4.94	2.49	0.32	4.31	5.58	1.73	15.95

The distribution of biochemical analysis results for 61 patients diagnosed with the COVID-19 Delta variant, categorized by gender, is illustrated in Figure 1.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

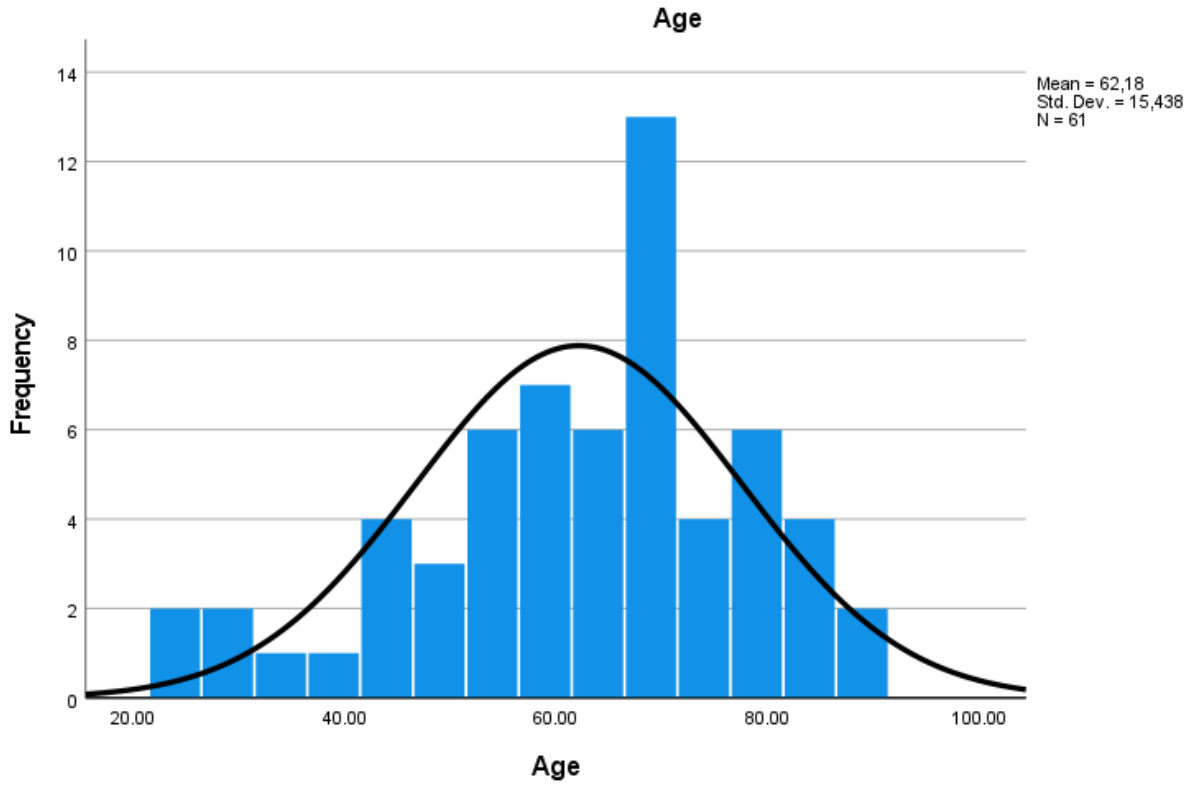


Figure 1. Distribution of biochemical analysis results by gender for 61 patients with the COVID-19 Delta variant

All biochemical analysis results for 61 patients diagnosed with the COVID-19 Delta variant are summarized in Figure 2.

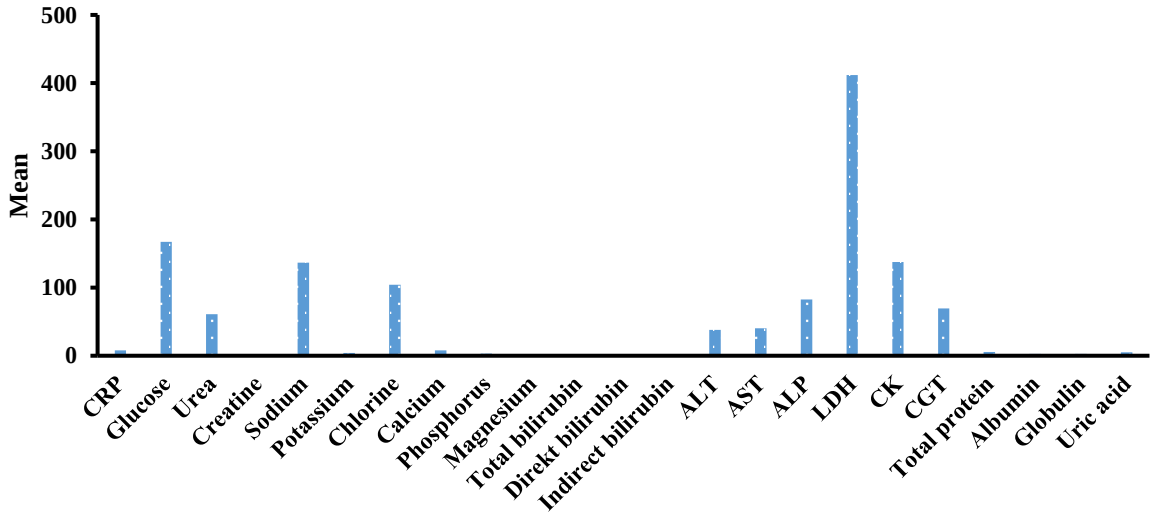


Figure 2. Comprehensive biochemical analysis results of 61 patients with the COVID-19 Delta variant

Table 4 presents the mean, standard deviation, kurtosis, and skewness of age, gender, and biochemical test results for 61 patients diagnosed with the COVID-19 Delta variant.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Table 4. Statistical summary of age, gender, and biochemical analysis results for 61 patients with the COVID-19 Delta variant.

	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Std. Error of Skewness	Kurtosis	Std. Error of Kurtosis	Range	Minimum	Maximum	Percentiles		
	Valid											25	50	75
Age	61	62.18	64.00	15.44	-0.70	0.31	0.09	0.60	64.00	24.00	88.00	54.50	64.00	73.00
CRP	61	7.64	6.81	6.36	0.84	0.31	0.13	0.60	24.56	0.22	24.78	1.74	6.81	11.44
Glucose	61	167.00	150.03	64.08	1.51	0.31	2.28	0.60	296.03	85.57	381.60	120.64	150.03	197.40
Urea	61	61.14	50.43	37.08	1.08	0.31	0.72	0.60	163.46	14.07	177.53	34.30	50.43	84.20
Creatine	61	1.26	0.89	1.22	2.52	0.31	6.11	0.60	5.66	0.24	5.90	0.61	0.89	1.36
Sodium	61	136.78	136.77	4.52	0.17	0.31	3.27	0.60	30.46	122.17	152.63	134.60	136.77	139.05
Potassium	61	4.16	4.09	0.51	0.65	0.31	0.31	0.60	2.50	3.17	5.67	3.75	4.09	4.46
Chlorine	61	104.30	104.17	5.40	0.81	0.31	1.53	0.60	29.67	93.30	122.97	100.97	104.17	106.39
Calcium	61	7.92	7.94	0.77	-0.38	0.31	0.29	0.60	3.64	5.82	9.46	7.40	7.94	8.41
Phosphorus	61	2.98	2.77	0.92	0.72	0.31	0.68	0.60	4.52	1.17	5.69	2.40	2.77	3.60
Magnesium	61	2.02	2.02	0.31	1.09	0.31	3.29	0.60	1.80	1.45	3.25	1.81	2.02	2.16
Total bilirubin	61	0.60	0.52	0.29	1.21	0.31	1.88	0.60	1.47	0.17	1.64	0.39	0.52	0.74
Direct bilirubin	61	0.17	0.13	0.13	2.32	0.31	6.48	0.60	0.69	0.03	0.72	0.09	0.13	0.22
Indirect bilirubin	61	0.43	0.39	0.19	0.89	0.31	1.29	0.60	0.96	0.14	1.10	0.30	0.39	0.56
ALT	61	38.15	24.43	34.61	1.86	0.31	3.81	0.60	159.80	4.43	164.23	14.50	24.43	55.32
AST	61	40.48	32.13	29.46	3.54	0.31	17.54	0.60	194.90	12.97	207.87	24.14	32.13	49.14
ALP	61	82.54	70.53	38.38	2.09	0.31	6.22	0.60	217.14	37.13	254.27	57.95	70.53	97.60
LDH	61	411.95	345.27	248.11	1.91	0.31	4.01	0.60	1172.97	132.80	1305.77	250.04	345.27	499.68
CK	61	137.51	73.30	190.88	4.39	0.31	25.25	0.60	1321.70	7.07	1328.77	38.82	73.30	149.49
CGT	61	69.33	39.40	80.40	3.10	0.31	11.66	0.60	464.57	10.63	475.20	26.57	39.40	78.39
Total protein	61	5.55	5.68	0.73	-0.10	0.31	0.14	0.60	3.42	3.92	7.34	5.10	5.68	5.97
Albumin	61	2.88	2.82	0.50	0.06	0.31	-0.37	0.60	2.13	1.78	3.91	2.54	2.82	3.25
Globulin	61	2.67	2.67	0.42	0.08	0.31	0.08	0.60	2.12	1.56	3.68	2.37	2.67	2.94
Uric acid	61	4.94	4.36	2.49	1.70	0.31	5.10	0.60	14.22	1.73	15.95	3.23	4.36	6.32

Table 5 presents a comparison of biochemical analysis results between 61 patients diagnosed with the COVID-19 Delta variant and 41 individuals from the non-patient control group (Gülsün, 2021).

Table 5. Comparison of biochemical analysis results between COVID-19 Delta variant patients and non-patient control group

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Age	Equal variances assumed	0.570	0.452	-7.896	101	0.000	-23.73	3.01	-29.69	-17.77
	Equal variances are not assumed.			-8.008	92.480	0.000	-23.73	2.96	-29.61	-17.84

CRP	Equal variances assumed	81.698	0.000	-7.565	101	0.000	-7.43	0.98	-9.38	-5.49
	Equal variances are not assumed.			-9.127	60.165	0.000	-7.43	0.81	-9.06	-5.81
Glucose	Equal variances assumed	29.277	0.000	-6.533	101	0.000	-66.15	10.12	-86.23	-46.06
	Equal variances are not assumed.			-7.700	71.150	0.000	-66.15	8.59	-83.28	-49.02
Urea	Equal variances assumed	42.942	0.000	-5.151	101	0.000	-30.17	5.86	-41.79	-18.55
	Equal variances are not assumed.			-6.071	71.123	0.000	-30.17	4.97	-40.08	-20.26
Creatine	Equal variances assumed	19.815	0.000	-2.701	101	0.008	-0.51	0.19	-0.89	-0.14
	Equal variances are not assumed.			-3.238	63.150	0.002	-0.51	0.16	-0.83	-0.20
Sodium	Equal variances assumed	9.127	0.003	2.004	101	0.048	1.49	0.74	0.01	2.96
	Equal variances are not assumed.			2.279	87.316	0.025	1.49	0.65	0.19	2.78
Potassium	Equal variances assumed	12.942	0.000	0.632	101	0.529	0.05	0.09	-0.12	0.23
	Equal variances are not assumed.			0.700	96.273	0.486	0.05	0.08	-0.10	0.21
Chlorine	Equal variances assumed	15.644	0.000	1.899	101	0.060	1.67	0.88	-0.07	3.41
	Equal variances are not assumed.			2.179	83.601	0.032	1.67	0.76	0.15	3.19
Calcium	Equal variances assumed	21.267	0.000	12.736	101	0.000	1.61	0.13	1.36	1.86
	Equal variances are not assumed.			14.530	86.064	0.000	1.61	0.11	1.39	1.83
Magnesium	Equal variances assumed	4.927	0.029	0.942	101	0.348	0.05	0.05	-0.06	0.16
	Equal variances are not assumed.			1.029	99.301	0.306	0.05	0.05	-0.05	0.15

Total bilirubin	Equal variances assumed	4.532	0.036	-1.667	101	0.099	-0.09	0.05	-0.19	0.02
	Equal variances are not assumed.			-1.769	100.784	0.080	-0.09	0.05	-0.19	0.01
Direct bilirubin	Equal variances assumed	15.048	0.000	-2.708	101	0.008	-0.06	0.02	-0.10	-0.02
	Equal variances are not assumed.			-3.156	76.469	0.002	-0.06	0.02	-0.09	-0.02
Indirect bilirubin	Equal variances assumed	0.629	0.430	-0.915	101	0.362	-0.03	0.04	-0.11	0.04
	Equal variances are not assumed.			-0.925	91.363	0.358	-0.03	0.04	-0.11	0.04
ALT	Equal variances assumed	24.716	0.000	-3.435	101	0.001	-18.93	5.51	-29.87	-8.00
	Equal variances are not assumed.			-4.015	75.048	0.000	-18.93	4.72	-28.33	-9.54
AST	Equal variances assumed	15.473	0.000	-4.308	101	0.000	-19.80	4.60	-28.91	-10.68
	Equal variances are not assumed.			-5.146	64.784	0.000	-19.80	3.85	-27.48	-12.11
ALP	Equal variances assumed	7.153	0.009	-2.575	101	0.011	-16.71	6.49	-29.58	-3.84
	Equal variances are not assumed.			-2.855	96.055	0.005	-16.71	5.85	-28.32	-5.09
LDH	Equal variances assumed	26.428	0.000	-5.356	101	0.000	-207.96	38.83	-284.98	-130.93
	Equal variances are not assumed.			-6.377	66.355	0.000	-207.96	32.61	-273.06	-142.85
CK	Equal variances assumed	6.310	0.014	-0.690	101	0.492	-21.30	30.88	-82.57	39.96
	Equal variances are not assumed.			-0.794	82.017	0.429	-21.30	26.82	-74.66	32.05
CGT	Equal variances assumed	19.013	0.000	-3.754	101	0.000	-47.01	12.52	-71.86	-22.17
	Equal variances are not assumed.			-4.491	64.090	0.000	-47.01	10.47	-67.93	-26.10

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Total protein	Equal variances assumed	8.104	0.005	11.822	101	0.000	1.51	0.13	1.25	1.76
	Equal variances are not assumed.			12.816	100.300	0.000	1.51	0.12	1.27	1.74
Albumin	Equal variances assumed	8.693	0.004	15.952	101	0.000	1.41	0.09	1.23	1.59
	Equal variances are not assumed.			17.136	100.927	0.000	1.41	0.08	1.25	1.57
Globulin	Equal variances assumed	3.165	0.078	1.288	101	0.201	0.10	0.08	-0.05	0.26
	Equal variances are not assumed.			1.335	97.728	0.185	0.10	0.08	-0.05	0.25

Table 6 presents the ANOVA test results for the biochemical analysis data of 61 patients diagnosed with the COVID-19 Delta variant and 41 individuals from the control group (Gülsün, 2021).

Table 6. ANOVA test results for biochemical analysis data between COVID-19 Delta variant patients and control group.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Age	Between Groups	14004.33	1	14004.33	62.339	0.000
	Within Groups	22689.42	101	224.65		
	Total	36693.75	102			
CRP	Between Groups	1374.96	1	1374.96	57.225	0.000
	Within Groups	2426.76	101	24.03		
	Total	3801.72	102			
Glucose	Between Groups	108836.77	1	108836.77	42.682	0.000
	Within Groups	257542.84	101	2549.93		
	Total	366379.62	102			
Urea	Between Groups	22641.78	1	22641.78	26.528	0.000
	Within Groups	86204.43	101	853.51		
	Total	108846.21	102			
Creatine	Between Groups	6.51	1	6.51	7.297	0.008
	Within Groups	90.15	101	0.89		
	Total	96.67	102			
Sodium	Between Groups	54.86	1	54.86	4.014	0.048
	Within Groups	1380.34	101	13.67		
	Total	1435.20	102			
Potassium	Between Groups	0.07	1	0.07	0.399	0.529
	Within Groups	18.63	101	0.18		
	Total	18.70	102			
Chlorine	Between Groups	69.03	1	69.03	3.605	0.060

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

	Within Groups	1933.99	101	19.15		
	Total	2003.02	102			
Calcium	Between Groups	64.62	1	64.62	162.208	0.000
	Within Groups	40.24	101	0.40		
	Total	104.86	102			
Magnesium	Between Groups	0.06	1	0.06	0.887	0.348
	Within Groups	7.14	101	0.07		
	Total	7.20	102			
Total bilirubin	Between Groups	0.19	1	0.19	2.778	0.099
	Within Groups	6.91	101	0.07		
	Total	7.10	102			
Direct bilirubin	Between Groups	0.08	1	0.08	7.332	0.008
	Within Groups	1.10	101	0.01		
	Total	1.18	102			
Indirect bilirubin	Between Groups	0.03	1	0.03	0.838	0.362
	Within Groups	3.55	101	0.04		
	Total	3.58	102			
ALT	Between Groups	8916.37	1	8916.37	11.796	0.001
	Within Groups	76341.44	101	755.86		
	Total	85257.81	102			
AST	Between Groups	9748.57	1	9748.57	18.560	0.000
	Within Groups	53050.32	101	525.25		
	Total	62798.88	102			
ALP	Between Groups	6942.17	1	6942.17	6.630	0.011
	Within Groups	105753.03	101	1047.06		
	Total	112695.20	102			
LDH	Between Groups	1075679.12	1	1075679.12	28.687	0.000
	Within Groups	3787245.16	101	37497.48		
	Total	4862924.28	102			
CK	Between Groups	11288.20	1	11288.20	0.476	0.492
	Within Groups	2396208.44	101	23724.84		
	Total	2407496.64	102			
CGT	Between Groups	54978.72	1	54978.72	14.090	0.000
	Within Groups	394099.71	101	3901.98		
	Total	449078.44	102			
Total protein	Between Groups	56.35	1	56.35	139.750	0.000
	Within Groups	40.73	101	0.40		
	Total	97.08	102			
Albumin	Between Groups	49.45	1	49.45	254.479	0.000
	Within Groups	19.63	101	0.19		
	Total	69.08	102			
Globulin	Between Groups	0.26	1	0.26	1.660	0.201
	Within Groups	15.59	101	0.15		
	Total	15.85	102			

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

4. CONCLUSION

This study highlights significant biochemical alterations in patients with COVID-19, particularly those infected with the Delta variant, compared to healthy individuals. Elevated levels of CRP, glucose, urea, creatinine, LDH, CGT, and uric acid were observed, indicating systemic inflammation, metabolic disturbances, and organ dysfunction commonly associated with COVID-19 infection. Conversely, markers like indirect bilirubin, creatine kinase, total protein, albumin, and globulin were found to be lower than expected, suggesting possible liver dysfunction, reduced protein synthesis, or compromised immune responses in these patients.

These findings provide valuable insights into the biochemical profile of COVID-19 patients and could serve as potential markers for monitoring disease progression and evaluating therapeutic interventions. Gender differences in some biochemical parameters, such as CRP and ALT, were also noted, which could inform gender-specific clinical management strategies. Overall, this study underscores the importance of regular biochemical monitoring in COVID-19 patients to better understand the disease's impact on various metabolic pathways and organ functions. Further research is needed to explore the long-term effects of COVID-19 on these biochemical markers and their potential role in predicting patient outcomes.

REFERENCES

Bai, Y., Yao, L., Wei, T., Tian, F., Jin, D.-Y., Chen, L., & Wang, M. (2020). Presumed Asymptomatic Carrier Transmission of COVID-19. *JAMA*, *323*(14), 1406. https://doi.org/10.1001/jama.2020.2565

Gülsün, M. N. (2021). *Evaluation of Some Biochemical Tests Applied to Patients in Hospitalised COVID-19 Patients with Chemometric Approach*. Siirt University Natural and Applied Science Department of Chemistry.

Pan, Y., & Guan, H. (2020). Imaging changes in patients with 2019-nCov. *European Radiology*, *30*(7), 3612–3613. https://doi.org/10.1007/s00330-020-06713-z

Phan, L. T., Nguyen, T. V., Luong, Q. C., Nguyen, T. V., Nguyen, H. T., Le, H. Q., Nguyen, T. T., Cao, T. M., & Pham, Q. D. (2020). Importation and Human-to-Human Transmission of a Novel Coronavirus in Vietnam. *New England Journal of Medicine*, *382*(9), 872–874. https://doi.org/10.1056/NEJMc2001272

Shrestha, R., & Shrestha, L. (2020). Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Pediatric Perspective. *Journal of Nepal Medical Association*, *58*(227), 525–532. https://doi.org/10.31729/jnma.4977

Wu, F., Zhao, S., Yu, B., Chen, Y.-M., Wang, W., Song, Z.-G., Hu, Y., Tao, Z.-W., Tian, J.-H., Pei, Y.-Y., Yuan, M.-L., Zhang, Y.-L., Dai, F.-H., Liu, Y., Wang, Q.-M., Zheng, J.-J., Xu, L., Holmes, E. C., & Zhang, Y.-Z. (2020). A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. *Nature*, *579*(7798), 265–269. https://doi.org/10.1038/s41586-020-2008-3

Zhou, P., Yang, X.-L., Wang, X.-G., Hu, B., Zhang, L., Zhang, W., Si, H.-R., Zhu, Y., Li, B., Huang, C.-L., Chen, H.-D., Chen, J., Luo, Y., Guo, H., Jiang, R.-D., Liu, M.-Q., Chen, Y., Shen, X.-R., Wang, X., … Shi, Z.-L. (2020). A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature*, *579*(7798), 270–273. https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

TOZ VE SIVI YALITIM MALZEMELERİNİN BETON ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Doç. Dr. SERHAT ÇELİKTEN[1], Doç. Dr. MEHMET CANBAZ [2]

[1]Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
scelikten@nevsehir.edu.tr - 0000-0001-8154-7590

[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
mcanbaz@ogu.edu.tr- 0000-0002-0175-6155

ÖZET

Bu çalışmada yapılarda yaygın olarak kullanılan toz ve sıvı yalıtım malzemelerinin beton üzerindeki etkileri gözlenmiş ve suya karşı gösterdiği davranışlar incelenmiştir. Bu amaçla kılcallık ve su emme deneyleri yapılmıştır. Ayrıca bu malzemelerce kaplanmış beton numunelerine 30 çevrim donma çözülme etkisine maruz bırakılmıştır. Bu numuneler üzerinde birim ağırlık, basınç dayanımı, ultrases geçiş hızı deneyleri yapılmış ve sonuçları gözlemlenmiştir. Bu yalıtım malzemelerinin su tutma özelliğinin daha detaylı incelenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca sadece donma çözülme değil özellikle kimyasal etkilere karşı dayanıklılığının araştırılması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çimento esaslı su yalıtım malzemeleri, Su emme, Donma-çözülme.

ABSTRACT

In this study, the effects of commonly used powder and liquid insulation materials on concrete were observed, and their behavior against water was examined. For this purpose, capillarity and water absorption tests were conducted. Additionally, concrete specimens coated with these materials were subjected to 30 freeze-thaw cycles. Tests on unit weight, compressive strength, and ultrasonic pulse velocity were performed on these specimens, and the results were analyzed. It was emphasized that the water retention properties of these insulation materials should be examined in more detail. Furthermore, it was recommended that their resistance not only to freeze-thaw cycles but also to chemical effects should be investigated.

Key Words: Cement-based waterproofing materials, water absorption, freeze-thaw effect.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. GİRİŞ

Su ve rutubetin olumsuz etkilerinin malzeme seçimi ve yapı elemanlarının tasarlanmasındaki başarı, doğru miktar ve tekniklerin kullanılması ile önemli ölçüde başarı sağlanabilir. Böylece metalde oluşabilecek metal korozyonu, küf, tuz oluşumu gibi betonun ve yapının dayanımını etkileyecek olumsuzlukların önüne geçmek mümkün olacaktır. Su; terleme, iç yoğunlaşma, akım yoluyla geçiş gibi şekillerde betona etki gösterebilmektedir [1]. Yalıtım malzemesinin beton yüzeyine yeterli derecede yapışmaması durumunda, malzeme üzerinde meydana gelebilecek küçük yırtılma veya hasarlar, suyun beton ile yalıtım malzemesi arasına sızmasına neden olabilir; bu durum, suyun beton yüzeyindeki çatlaklar veya gözenekler aracılığıyla beton içerisine ilerlemesini kolaylaştıracaktır [2]. Su ayrıca temel betonu ve bodrum perdeleri için de önemli sorunlar oluşturmaktadır. Su yalıtımı bu sebepten dolayı çok büyük önem teşkil etmektedir. Temel betonuna yapılan sıvı yalıtımı betona gelebilecek su ve suyun taşıyabileceği kimyasal maddelerin etkilerini önemli ölçüde kesmektedir. Toprak rutubeti de temele yapılan sıvı yalıtımı sonucu engellenmiş olur. Yapı elemanları üzerinde yalnızca yeraltı suları, yüzeysel sular ve toprak nemi olumsuz etkilere neden olmamakta, aynı zamanda belirli fiziksel kuvvetlerin etkisiyle suyun yapı elemanlarına nüfuz etmesi de söz konusu olmaktadır. Bu kuvvetler arasında yağmur damlalarının kinetik enerjisi, kapiler emme kuvveti, yerçekimi etkisi, hava basıncı farkları ve hidrostatik basınç yer almaktadır [3]. Yapı elemanın yüzeyine gelen rüzgar, çapı 5 mm olan gözeneklere su girmesine neden olur. Kapiler emme kuvveti ise suyu, çapı 0,5 mm'den daha küçük gözeneklere sahip malzemenin yüzeyinden içeri doğru emerler. Yerçekimi kuvveti ise suyun, çapı 0,05 mm'den büyük gözeneklerden içeri doğru akmasına sebep olur. Bir gözeneğin her iki tarafındaki hava basınç farkı ise suyu gözeneklerden içeri doğru iter. Sızma suları, toprak içerisindeki kılcal boşluklar boyunca yerçekimine ters yönde hareket ederek, atmosfer basıncı ile dengeye ulaşıncaya kadar ilerler ve bu süreçte kapiler suyu oluşturur. Bu su, gözenekli yapı elemanlarına kılcal etkiler yoluyla nüfuz eder. Öte yandan, hava kılcallığının artışı, atmosferdeki su buharının doygunluğa ulaşmasına yol açar. Bu durum, su buharının yüzeyde yoğunlaşarak su damlacıkları şeklinde birikmesine, dolayısıyla nem oluşumuna neden olur. Bu nedenle yapının temelinin yalıtımı çok önemlidir. Nem iyi yalıtım yapılmamış temel betonunda ilerleyen zamanlarda çok büyük tahribatlara neden olabilir. Kılcallık yoluyla betona giren su zamanla içerisinde beton içerisindeki donatılara etki edecektir [4]. Su yalıtımı temel betonu için önemli olduğu kadar çatılar içinde çok büyük önem taşır. Teras çatıların su yalıtımında yaygın olarak kullanılan polimer bitümlü su yalıtım membranları, ülkemizde bu alanda belirlenmiş standartlara uygun olarak üretilmekte

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ve uygulanmaktadır. Üzerinde gezilmeyen teras çatı detaylarında, betonarme döşeme üzerine ahşap mala ile perdahlanmış eğim betonu uygulanmakta, bunun üzerinde ise iki kat polimer bitümlü su yalıtım membranı yer almaktadır [5]. Islak hacimlerin inşaat sırasında ve sonrasında yalıtımları önemlidir. Islak hacimler genellikle seramik kaplama ile tamamlanmaktadır. Ancak seramik malzemeler su geçirimsiz olmalarına rağmen, tek başlarına etkin bir su yalıtımı sağlayamazlar. Özellikle seramik derzleri, suyun geçişi açısından zayıf noktalardır. Duvarların birbirleriyle ve zeminle birleşim noktalarında genellikle su sızdırmazlığını azaltan çatlaklar oluşmaktadır. Bu bağlamda, radye temel sistemleri, su yalıtımını daha etkili bir şekilde gerçekleştirmeye olanak tanıyan ve özellikle çok katlı yapıların temel tasarımında tercih edilen bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Yapılardaki nem hareketi, fiziksel yasalar gereği basınç farklarından kaynaklanmaktadır. Su buharı, kısmi basıncın yüksek olduğu bir ortamdan düşük olduğu bir ortama doğru hareket ederken, sıvı su ise hidrostatik basınç farkı doğrultusunda akış göstermektedir. Yapı elemanlarındaki nem transferi, infiltrasyon, kapilarite etkisi ve buhar difüzyonu olmak üzere üç ana mekanizma ile gerçekleşmektedir [6]. Ancak Türkiye'de mevcut yöntemler, araçlar ve yönetmeliklerdeki eksiklikler nedeniyle yapı malzemelerinin ve bunların birleşerek oluşturduğu dış duvar sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca çevresel performansları yeterince değerlendirilememekte ve sıklıkla ihmal edilmektedir [7]. Deneylerimiz ülkemizde temel, duvar, nemli zeminlerin yalıtımında sık olarak kullanılan toz halde bulunan su yalıtım malzemesini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Kullanılan malzemenin suyu ne kadar kestiği ve donma çözülme sonrasında beton numuneleri üzerinde birim ağırlık, basınç dayanımı gibi değerleri nasıl etkilediği gözlenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneylerde çimento esaslı, su geçirimsizliği sağlayıcı kimyasal katkılar içeren, tek bileşenli su izolasyon harcı kullanılmıştır. Beton numunesi üretiminde CEM I 42.5 R çimentosu kullanılmıştır. Agrega olarak 0-4 mm kum, 4-16 mm ve 16-32 mm kırma taş kullanılmıştır. Beton üretiminde %40 kum, %30 4-16 mm agrega ve %30 16-32 mm agrega ile üretilmiştir. Betonun su çimento oranı 0.5 olarak belirlenmiştir. Üretilen betondan 15 cm küp numuneler alınmıştır. Döküm yapılan numunelerin 9 adetine tabanına metrekareye 0.8, 1.6 ve 2.4 kg olacak şekilde toz halde kalıpların altına serilerek döküm yapılmıştır. Beton dayanımını alması için 28 gün boyunca standart kür koşullarında bekletilmiştir. Üretilen 36 numunenin 9 tanesi kontrol amaçlı değerlendirilmek üzere ayrılmıştır. Görsel 1'de görüldüğü gibi 18 numuneye 1 litre suya

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3,3 kilogram toz yalıtım malzemesi karıştırılarak hazırlanan karışımdan 1 kat, 2 kat ve 5 kat olacak şekilde mala ve fırça yardımıyla numunelere sürülmüştür.



Görsel 1 Her yüzü sıvı yalıtım malzemesi ile kaplanmış ve toz olarak uygulanmış numuneler

Görsel 2'de görüldüğü gibi sıvı sürme numuneler üzerinde ağırlıkça emme ve toz dökme numuneler üzerinde kılcallık deneyi yapılmıştır. Ağırlık değişimleri 24, 48, 72 ve 144 saat onlarında ölçülmüş ve emilen su miktarları belirlenmiştir. Sürme numunelerin yarısına 30 çevrim donma çözülme döngüsü (2 saat +20 ^{0}C suda çözülme, 2 saat -20 ^{0}C derin dondurucuda donma) uygulanmıştır. Donma çözülme uygulanmış ve uygulanmamış numuneler üzerinde birim ağırlık, ultrases geçiş hızı, basınç dayanımı deneyleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar çizilen grafiklerle değerlendirilmiştir.

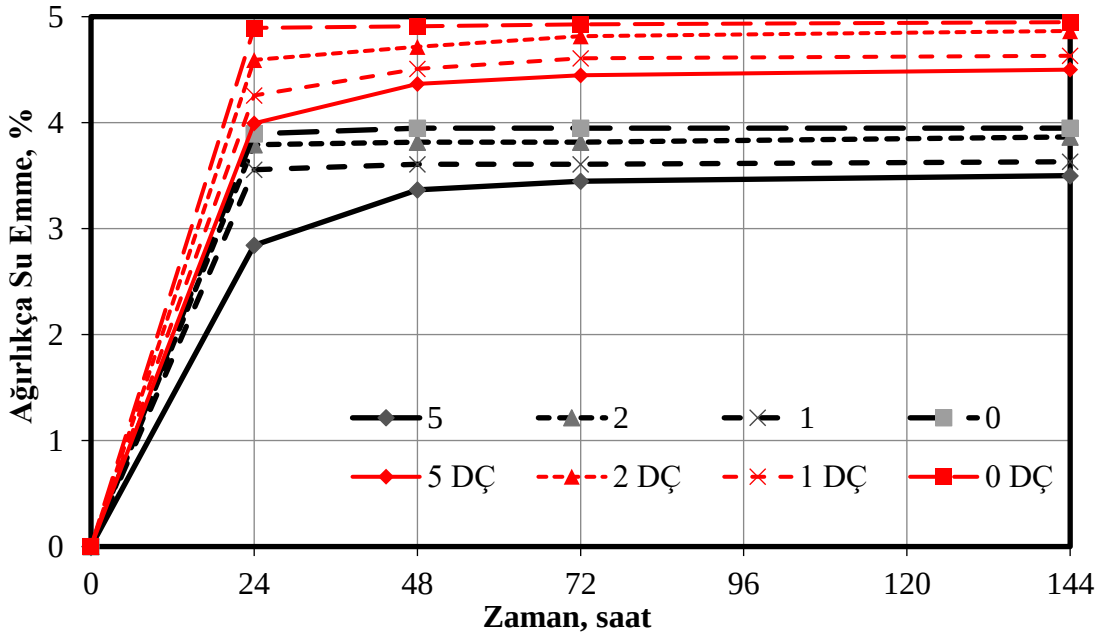


Görsel 2 Su emme ve kılcal su emme deneyleri

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

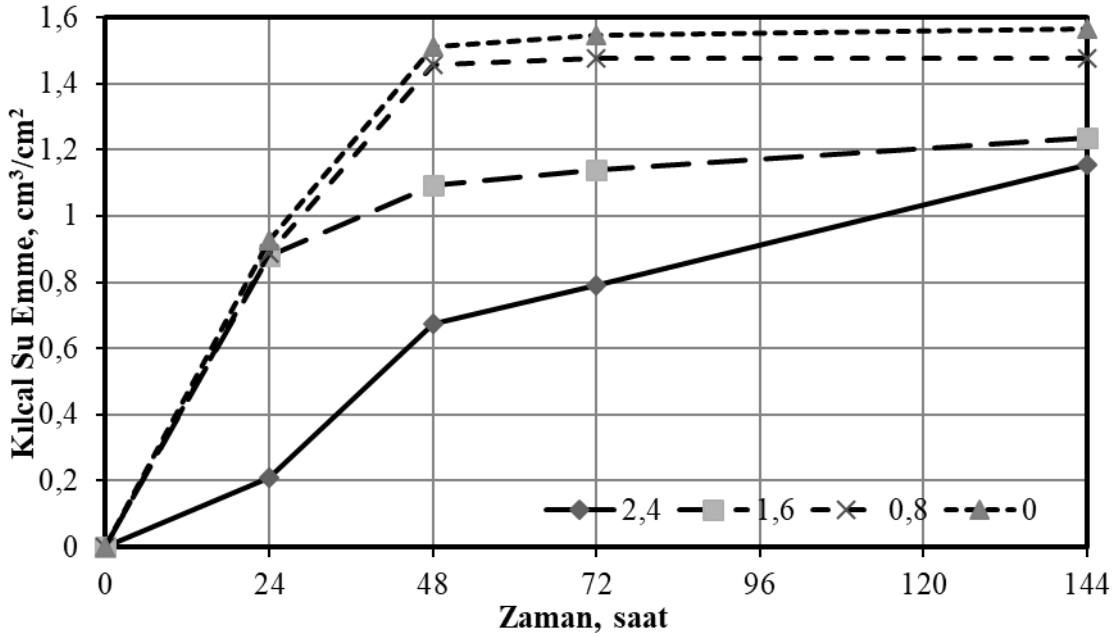
Görsel 3'te donma-çözülme döngüsü öncesi ve sonrası numunelerin su emme oranlarında sürme kat sayısının etkisi değerlendirilmiştir. Donma-çözülme etkisi öncesinde su emme oranları düşük düzeydeyken, döngü sonrasında bu oranların belirgin şekilde arttığı gözlemlenmiştir. Bu durum, sürme kat sayısının su geçirimsizliği artırarak numunelerin dayanıklılığını olumlu etkilediğini göstermektedir. Ancak donma-çözülme döngüsünün malzeme üzerindeki etkisini tamamen ortadan kaldırmadığı görülmektedir.



Görsel 3. Sürme kat sayısının donma çözülme etkisi öncesi ve sonrasındaki numunelerin su emme oranlarına etkisi

Görsel 4'te toz yalıtım miktarındaki artışın numunelerin kılcal su emme miktarına etkisini incelemektedir. Toz yalıtım oranı arttıkça kılcal su emme miktarında anlamlı bir azalma görülmüştür. Bu, toz yalıtımının malzeme gözenekliliğini azaltarak suyun kılcal yolla taşınmasını etkili bir şekilde sınırlandırdığını ortaya koymaktadır.

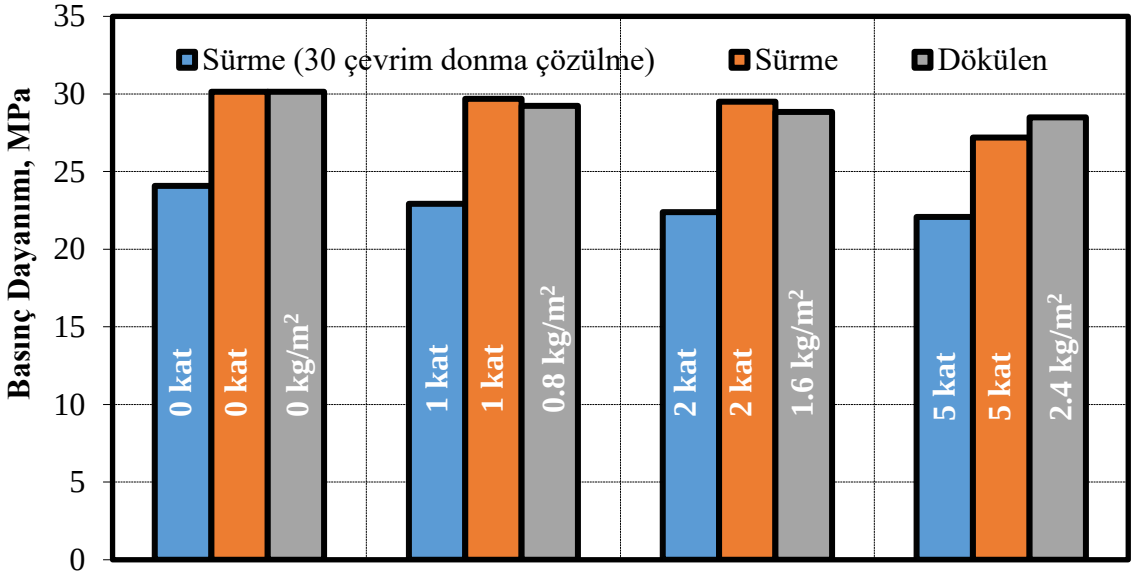
ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 4. Toz yalıtım miktarının numunelerin kılcal su emme miktarına etkisi

Görsel 5 Sürme ve dökme yöntemleri ile su yalıtımı uygulanmış numunelerin basınç dayanımları karşılaştırılmıştır. Dökme yöntemi ile su yalıtımı yapılan numunelerin basınç dayanımının, sürme yöntemi ile yalıtım uygulananlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, dökme yönteminin yüzey bütünlüğünü daha iyi koruyarak mekanik performansı artırdığını göstermektedir. Sürme yöntemiyle su yalıtımı uygulanmış numunelerin 30 çevrim donma-çözülme sonrasındaki basınç dayanımları incelendiğinde, dayanımın belirgin bir şekilde azaldığı görülmektedir. Donma-çözülme döngüleri, sürme yönteminin uygulandığı yüzeylerde mikro çatlakların oluşmasına ve yalıtımın etkisini yitirmesine neden olmuştur. Buna karşılık, donma-çözülme öncesinde daha yüksek dayanım sergileyen sürme yöntemiyle yalıtılmış numuneler, döngüler sonrası dayanım kaybı açısından daha savunmasız bir performans göstermiştir. Bu durum, sürme yöntemiyle yalıtımın, donma-çözülme kaynaklı mekanik bozulmalara karşı sınırlı bir koruma sunduğunu ifade etmektedir.

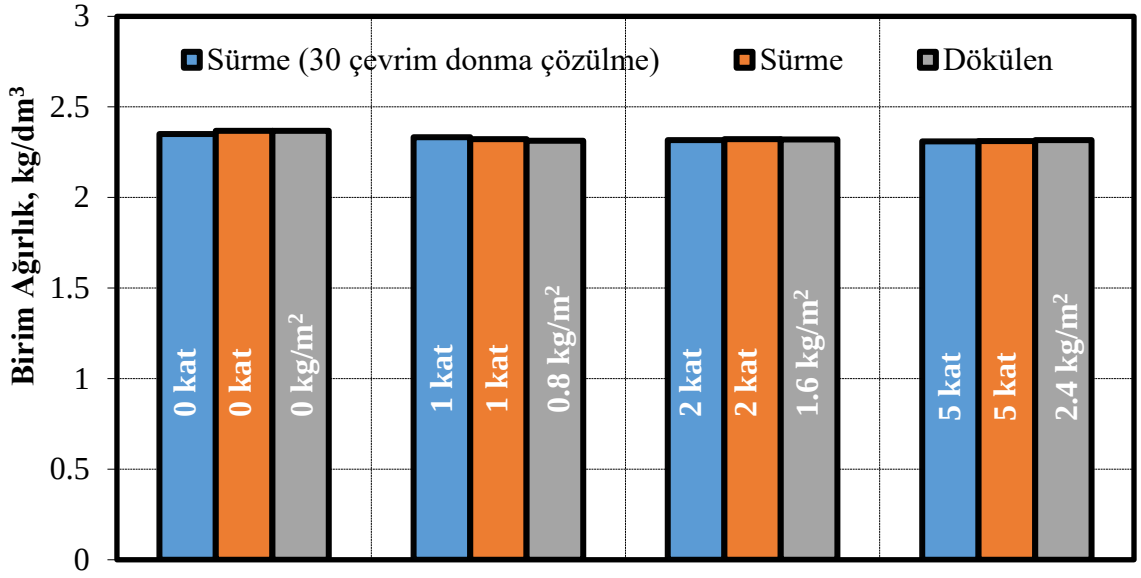
ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 5. Sürme ve dökme su yalıtımı uygulanmış numunelerin basınç dayanımları ile sadece sürme su yalıtımı yapılan numunelerin donma-çözülme sonrası basınç dayanımları

Grafik 6'da sürme ve dökme su yalıtımı yöntemlerinin numunelerin birim ağırlıkları üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Dökme yöntemiyle yalıtım uygulanan numunelerin birim ağırlıkları, sürme yöntemiyle yalıtım yapılanlara kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Bu, dökme yönteminin malzeme içerisindeki boşluk oranını azaltarak daha yoğun bir yapı oluşturduğunu işaret etmektedir. Sürme yöntemiyle yalıtılmış numunelerde 30 çevrim donma-çözülme sonrasında birim ağırlıkta kayda değer bir azalma gözlemlenmiştir. Bu azalma, donma-çözülme döngülerinin malzeme içindeki gözenek yapısını genişleterek yoğunluğu azalttığını göstermektedir. Sürme yöntemiyle yalıtım uygulanan numunelerde yalıtım tabakasının donma-çözülme etkisiyle bozulması, suyun beton içerisine daha kolay nüfuz etmesine ve bunun sonucunda malzeme bütünlüğünün zayıflamasına yol açmıştır.

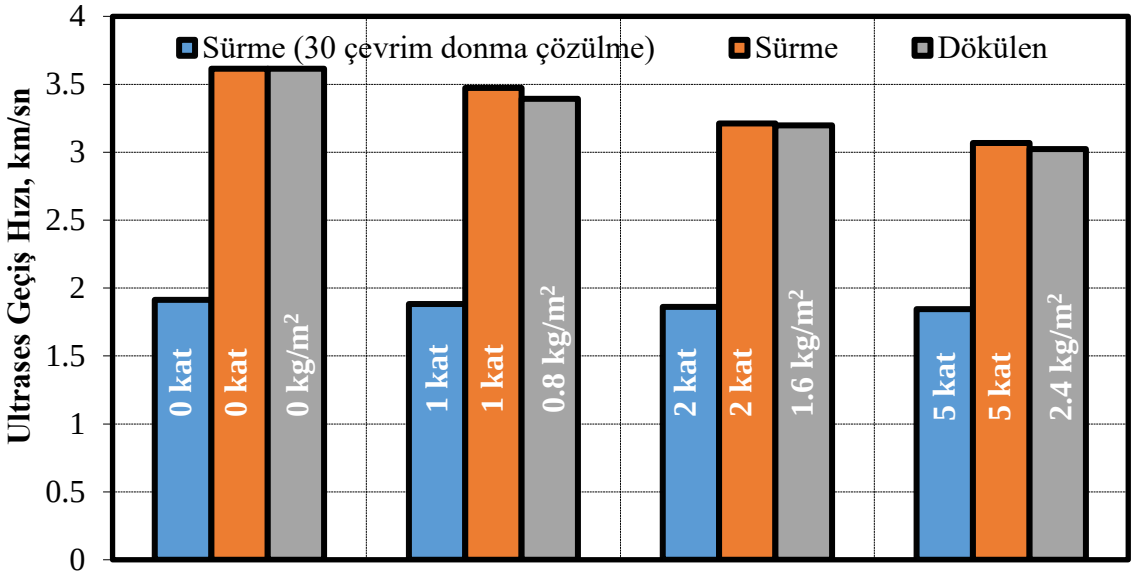
ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 6. Sürme ve dökme su yalıtımı uygulanmış numunelerin birim ağırlıkları ile sadece sürme su yalıtımı yapılan numunelerin donma-çözülme sonrası birim ağırlıkları

Grafik 7'de sürme ve dökme su yalıtımı yöntemleri ile işlem görmüş numunelerin ultrases geçiş hızları karşılaştırılmıştır. Dökme yöntemiyle yalıtım yapılan numunelerde ultrases geçiş hızlarının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu, dökme yönteminin malzeme içindeki mikroyapısal sürekliliği artırarak ultrasonik dalga geçişini kolaylaştırdığını ve dolayısıyla malzeme kalitesini artırdığını göstermektedir. Sürme yöntemiyle su yalıtımı yapılmış numunelerde ultrases geçiş hızı, 30 çevrim donma-çözülme sonrasında belirgin bir şekilde azalmıştır. Bu durum, döngüler sırasında oluşan mikro çatlakların malzeme içindeki mikroyapısal sürekliliği bozduğunu ve ultrasonik dalga geçişini zorlaştırdığını göstermektedir. Donma-çözülme etkisiyle yalıtım tabakasının yetersiz kalması, sürme yöntemiyle yalıtım yapılan numunelerde ultrases hızındaki düşüşün daha belirgin olmasına yol açmıştır. Bu sonuçlar, sürme yönteminin donma-çözülme döngüleri karşısında yapısal bütünlüğü koruma açısından daha sınırlı bir performans sergilediğini ortaya koymaktadır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 7. Sürme ve dökme su yalıtımı uygulanmış numunelerin ultrases geçiş hızları ile sadece sürme su yalıtımı yapılan numunelerin donma-çözülme sonrası ultrases geçiş hızları

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışma sonunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Donma-çözülme döngüleri, numunelerin su emme oranlarını artırarak malzemenin dayanıklılığını olumsuz yönde etkilemiştir.
- Sürme yöntemiyle yapılan yalıtım, su geçirimsizliği artırmasına rağmen donma-çözülme döngülerinin etkisini tamamen engelleyememiştir.
- Toz yalıtım miktarındaki artış, kılcal su emme miktarını azaltarak malzeme gözenekliliğini ve su geçirgenliğini etkili bir şekilde sınırlandırmıştır.
- Dökme yöntemiyle yalıtım yapılan numuneler, sürme yöntemine göre donma-çözülme döngüleri sonrası daha yüksek basınç dayanımı sergilemiştir.
- 30 çevrim donma-çözülme döngüsü, sürme yönteminin uygulandığı numunelerde belirgin bir dayanım kaybına neden olmuştur.
- Donma-çözülme döngüleri, sürme yöntemiyle yalıtım yapılan numunelerin birim ağırlığında daha fazla düşüşe yol açmıştır.
- Dökme yöntemi, malzemenin yoğunluğunu koruma açısından sürme yöntemine kıyasla daha etkili olmuştur.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

- Donma-çözülme döngüleri, sürme yöntemiyle yalıtım yapılan numunelerin ultrases geçiş hızlarında belirgin bir düşüşe neden olmuştur.
- Dökme yöntemiyle yalıtım uygulanan numuneler, mikroyapısal süreklilik açısından daha iyi performans sergilemiş ve ultrases geçiş hızlarını büyük ölçüde korumuştur.

Sürme yöntemiyle yalıtım, başlangıçta etkili bir su yalıtımı sağlamakla birlikte donma-çözülme döngüleri karşısında daha savunmasız kalmıştır. Dökme yöntemi, dayanıklılık, birim ağırlık ve mikroyapısal bütünlüğü koruma açısından sürme yöntemine kıyasla üstün bir performans göstermiştir.

KAYNAKÇA

[1] Ekinci, C. E., & Yıldırım, S. T. (2004). Betonarme temel ve bodrum perdelerinde su-nem yalıtımının önemi. Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi, 2(3), 11-17.

[2] Uygunoğlu, T., Yücel, K. T., & Yurtcu, Ş. (2006). Betonun zararlı ortamlardaki durumu: Yeraltı suyu etkisi. Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2(1), 29-35.

[3] Gönül, İ., & Çelebi, G. (2003). Binalarda zeminden kaynaklanan nemlenmeyi önleme yöntemleri. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18(4).

[4] Güler, H., Sezer, F. Ş., & Ülkü, S. (2010). Binalarda yapı fiziği problemleri: Bursa'da bir kamu kurumu örneği. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 15(2).

[5] Pehlevan, A., Yaşar, Y., & Maçka, A. G. S. (2008). Çatılarda İkincil Su Sızdırmazlık Tabakası Kullanımı. Ulusal Çatı & Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojileri Sempozyumu, 13-14.

[6] Oymael, S. (2005) Su-rutubet ve yangın etkilerinin dayanım, malzeme seçimi ve bina tasarımı ile ilişkisi. Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, 22-23.

[7] Kaya, M. U., & Türkeri, N. (2010). Dış duvar sistemlerinde kullanılan yapı malzemelerinin yaşam döngüsü değerlendirmesi. 5. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu. İzmir, Türkiye.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

BOR ATIĞI VE UÇUCU KÜLÜN ALKALİ SİLİKA REAKSİYONUNA ETKİSİ

Doç. Dr. SERHAT ÇELİKTEN[1], Doç. Dr. MEHMET CANBAZ [2]

[1]Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
scelikten@nevsehir.edu.tr - 0000-0001-8154-7590

[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
mcanbaz@ogu.edu.tr- 0000-0002-0175-6155

ÖZET

Alkali-agrega reaksiyonu, son yıllarda beton endüstrisinde önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Bu reaksiyon, beton agregalarında bulunan reaktif silisin, beton içerisindeki nemi absorbe etmesiyle uzun bir süre sonra ortaya çıkmaktadır. Betonun bileşenlerinin mineralojik özelliklerinden kaynaklanan bu süreç, reaktif silisin jel formunda genişlemesine yol açarak betonun çatlamasına neden olmakta ve çekme ile eğilme dayanımı gibi mekanik özelliklerinde belirgin bir azalma meydana getirmektedir. Bu çalışmada, alkali-silika reaksiyonunun (ASR) zararlı etkilerini azaltmak amacıyla, mineral katkı maddesi olarak Kütahya-Emet Eti Maden İşletmesinden temin edilen kolemanit konsantratör atığı ve uçucu kül, çimento yerine farklı oranlarda kullanılmıştır. Çimento-agrega-mineral katkı bileşiminin reaktivitesi, ASTM C 1260 hızlandırılmış harç çubuğu yöntemi ile sistematik olarak incelenmiştir. Kolemanit konsantratör atığını % 5, % 10, % 20 ve kolemanit konsantratör atığının oranlarını değiştirerek atıkla beraber uçucu külü 3 farklı kombinasyonda çimentonun yerine kullanarak üretilen harç çubuklarının genleşmeleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alkali agrega reaksiyonu, Bor, Kolemanit, Uçucu Kül, Çimento.

ABSTRACT

The alkali-aggregate reaction has become a significant research topic in the concrete industry in recent years. This reaction occurs when reactive silica in concrete aggregates absorbs moisture within the concrete over time. Originating from the mineralogical properties of the concrete components, this process leads to the expansion of reactive silica into a gel form, causing cracks in the concrete and a notable reduction in its mechanical properties, such as tensile and flexural strength.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

In this study, boron concentrator waste obtained from Kütahya-Emet Eti Maden and fly ash were used as mineral additives in various proportions to partially replace cement, aiming to mitigate the detrimental effects of alkali-silica reaction (ASR). The reactivity of the cement-aggregate-mineral additive composition was systematically evaluated using the ASTM C 1260 accelerated mortar bar method. The expansions of mortar bars produced by replacing cement with boron concentrator waste at 5%, 10%, and 20%, as well as with three different combinations of boron concentrator waste and fly ash, were investigated.
Key Words: Alkali aggregate reaction, Boron, Colemanite, Fly ash, cement.

1. GİRİŞ

Alkali-silika reaksiyonu (ASR), ilk kez 1940'ta Stanton tarafından Kaliforniya'daki beton bozulmalarıyla ilişkilendirilmiştir. Stanton, çimentodan kaynaklanan alkali hidroksitlerin agrega içindeki reaktif silis ile reaksiyona girerek genleşme ve çatlamalara neden olduğunu tespit etmiş, düşük alkali içerikli çimentoların ASR riskini azalttığını ortaya koymuştur [1]. Stanton'un çalışmaları, çimento özellikleri, agrega reaktivitesi ve çevresel koşulların ASR üzerindeki etkisini inceleyen geniş çaplı araştırmalara öncülük etmiştir. Takip eden yıllarda, Hansen ozmotik basınçların genleşmedeki rolünü açıklarken, Hanna puzolanların ASR'yi önleme potansiyelini vurgulamıştır. 1980'lere kadar bölgesel bir sorun olarak görülen ASR'nin dünya genelinde yaygın olduğu daha sonra anlaşılmıştır. İngiltere ve Kanada'daki çalışmalarda, yüksek alkalili çimentolar ve reaktif agregaların ASR'yi tetiklediği, mineral katkılar ve cüruf kullanımının genleşmeyi sınırladığı gösterilmiştir [2]. Türkiye'de, ASR ilk kez İzmir bölgesindeki köprülerde gözlemlenmiş; Gediz nehrinden alınan agregaların reaktif özellikleri nedeniyle kullanımlarının sınırlandırılması önerilmiştir [3].

ASR'nin etkili olabilmesi için üç temel koşul gereklidir: yeterli nem, yüksek miktarda alkali hidroksit ve agregada kritik düzeyde reaktif silis [4]. Bu koşullardan birinin elimine edilmesi, ASR'nin önlenmesi için etkili bir yöntemdir. ASR'yi önlemek amacıyla puzolanlar, mineral katkılar ve düşük alkali içerikli çimentoların kullanımı önerilmektedir. Mineral katkılar, boşluk suyundaki alkali yoğunluğunu azaltarak betonun geçirgenliğini düşürmekte ve böylece ASR'nin hızını yavaşlatmaktadır. Ayrıca, katkı maddeleri, puzolanik reaksiyonlar yoluyla betonun dayanımını artırırken reaktif jel oluşumunu sınırlamaktadır [5]. ASR ile mücadele, beton tasarımında uygun malzeme seçiminden çevresel koşulların kontrolüne kadar geniş bir yaklaşımlar dizisini içermektedir. Özellikle mineral katkı maddelerinin kullanımı, hem teknik hem de çevresel ve ekonomik açıdan sürdürülebilir bir çözüm sunmaktadır [6-7].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Bu çalışmada; Kütahya - Emet kolemanit konsantratör atığının çimento harç çubukları numunelerin özeliklerini iyileştirip-iyileştiremediğinin anlaşılması ve bu maddenin çimento katkısı olarak kullanılabilirliği harç çubukları üzerinde yapılacak deneylerle kullanılabilirliği araştırılmıştır.

ASR'nin zararlı etkilerini azaltmak amacıyla mineral katkı olarak çimento yerine kolemanit konsantratör atığı (KKA) ve uçucu kül (UK) farklı oranlarda kullanılarak, ASTM C 1260 hızlandırılmış harç çubuğu metodu ile çimento agrega-mineral katkı bileşiminin reaktivitesi belirlenmiştir. KKA malzemesinin çevre kirliliğine yol açmasının önlenmesini amaçlamaktadır. Ayrıca bu atıkların değerlendirilmesi sonucu ulusal çıkarlar korunarak ülke ekonomisine katkıda bulunulmuş olunacaktır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Alkali silika harç çubuklarının üretiminde, CEM I 42.5 R tipi çimento kullanılmıştır. Çimentonun kimyasal analizleri TS EN 196-2 ve TS EN 196-21'e göre, fiziksel ve mekanik analizleri TS EN 196-1'e göre yapılmıştır. Çimentonun özeliklerini gösteren deneylerin sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. CEM I 42.5 R çimentosunun kimyasal, fiziksel ve mekanik özelikleri

SiO_2	%	18,99	Yoğunluk	g/cm³	3,06
Al_2O_3	%	4,36	Özgül Yüzey	cm²/g	3644
Fe_2O_3	%	2,83	0,090 mm Elek Kalıntısı	%	0,2
CaO	%	63,8	0,045 mm Elek Kalıntısı	%	3,7
MgO	%	1,19	Kıvam Su Miktarı	%	29,8
K_2O	%	0,59	Priz Başlama Süresi	dakika	200
Na_2O	%	0,27	Priz Sona Erme Süresi	dakika	255
SO_3	%	2,73	7 günlük dayanım	MPa	48,2
Cl^-	%	0,013	28 günlük dayanım	MPa	57,5

Çalışmada kullanılan bor, Emet bor yataklarında kurulan Eti Maden (Kütahya) Emet Bor Fabrikası'ndan alınmıştır. Görsel 1'de bor atığı ve Çizelge 2'de bor atığının kimyasal özelikleri verilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 1. Bor atığı

Çizelge 2. Bor atığının kimyasal özelikleri

B_2O_3	%	27,80
SiO_2	%	21,89
Fe_2O_3	%	1,19
Al_2O_3+TiO_2	%	2,26
CaO	%	18,13
MgO	%	6,65
SrO	%	2,96
Fe	%	0,83
As	ppm	4.220
SO_4	%	0,49

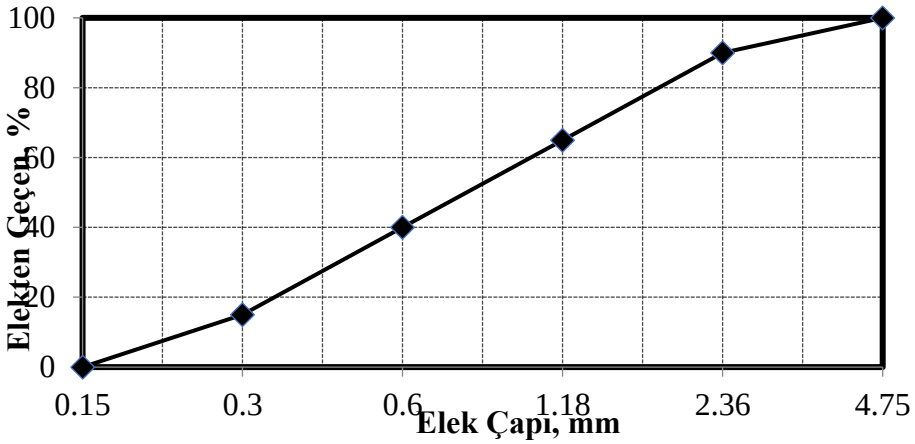
Çalışmada kullanılan uçucu kül Kütahya Seyitömer Termik santralinden temin edilmiştir. Çizelge 3'te uçucu külün kimyasal özelikleri verilmektedir.

Çizelge 3. Uçucu külün kimyasal özelikleri

SiO_2	%	53.69
CaO	%	3.40
Al_2O_3	%	20.29
MgO	%	4.09
SO_3	%	0.99
K_2O_3	%	2.53
K. Kaybı	%	2.01
Yoğunluk	g/cm³	1.98
Özgül yüzey	cm^2/gr	4020

Çalışmada agrega olarak özgül ağırlığı 2.56 kum agregası kullanılmıştır. Görsel 2'de agregaların granülometri eğrisi verilmektedir. Deneylerde kullanılan karışım suyu şehir şebekesinden alınan içme suyudur.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 2. Agrega karışımının granülometri eğrisi

Deney için hazırlanan harç çubukları ASTM C 1260 standardına göre üretilmiştir. Her serisi 0.18 dm^3 üretilen 7 seri harç karışımı için 0.18 dm^3'e giren gerçek malzeme miktarı Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Üretilen betonların gerçek bileşimi, kg/m^3

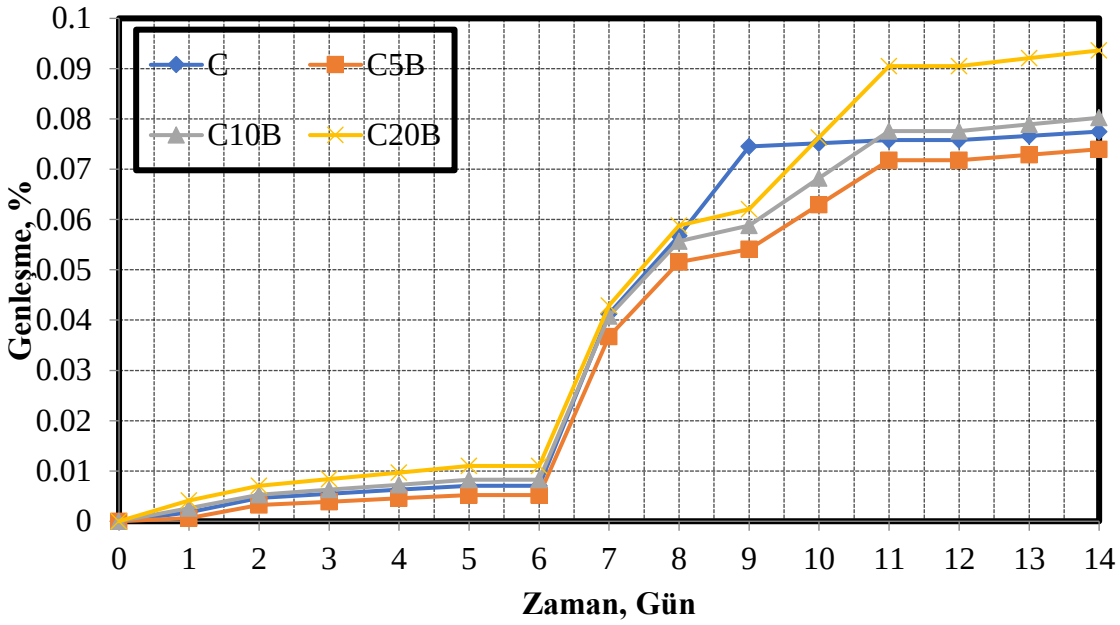
Malzeme	Karışım kodu						
	C	C5B	C10B	C20B	C10B10U	C10B20U	C20B10U
Çimento	264	250.8	237.6	211.2	211.2	184.8	184.8
Bor atığı	0	13.2	26.4	52.8	26.4	26.4	52.8
Uçucu kül	0	0	0	0	26.4	52.8	26.4
Su	124	124	124	124	124	124	124
Kum	594	594	594	594	594	594	594

Hazırlanan harç karışımları, 25×25×285 mm^3 boyutlarında ölçüm pimleri takılmış kalıplara yerleştirilmiş ve sıkıştırılmıştır. Numuneler, 24 saat sonra kalıplarından çıkarılarak numaralandırılmıştır. Toplam 14 adet harç çubuğu, saf su içinde 80 ± 2,0°C (176 ± 3,6°F) sıcaklıkta sabit tutulan etüvde 24 saat bekletildikten sonra ilk boyut ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Harç çubuklarının yerleştirileceği hazırlanmış 1 M NaOH çözeltisinden oluşturulmuştur. Bu çözeltinin sıcaklığı, etüvde 80°C'de sabit tutulmuş ve harç çubukları bu çözeltide bekletilmiştir. Takip eden 14 gün boyunca her gün boyut ölçümleri alınarak birim boy değişim yüzdeleri hesaplanmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Her karışıma ait numunelerin ayrı ayrı boy uzama yüzdeleri zamana bağlı olarak hesaplanmış ve çizilmiştir. Görsel 3 incelendiğinde kontrol harç çubuklarında 14 gün sonunda yüzde 0.0775 genleşme yapmaktadır. Bu genleşmenin nedeni olarak çalışmada kullanılan CEM I 42.5 R çimentosunun genel olarak yüzde genleşme katsayısından kaynaklanmaktadır. Yüzde 5 KKA katkılı harç çubukları 14 gün sonunda yüzde 0.0740 genleşme yapmaktadır. Bu durumun nedeni olarak çimento yerine KKA'nın düşük oranlarda kullanılması ile ASR'nin yüzde genleşmesini düşürdüğü gözlemlenmiştir. KKA katkısının çimento yerine kullanılması ile ASR'nin genleşmesini düşürdüğü gözlemlenmiştir. Çimento yerine yüzde 10 KKA katkılı harç çubukları 14 gün sonunda 0.0802 genleşme yapmaktadır. Yüzde 10 KKA katkılı harç çubuklarının yüzde 5 KKA katkısından fazla genleştiği gözlemlenmiş, bu durumun nedeni olarak yüksek oranda çimento yerine KKA katkısı kullanıldığından kaynaklanmaktadır. Yüzde 20 KKA katkılı harç çubukları 14 gün sonunda 0.0936 genleşme yapmaktadır. Bu durumun nedeni olarak KKA katkısı % 5 değerinin üstüne çıktığı her seviyede genleşme daha yüksek çıkmaktadır. % 20 KKA katkısı alkali silika reaksiyonunda zararlı etki gösterebilecek seviyelere ulaşmaktadır.

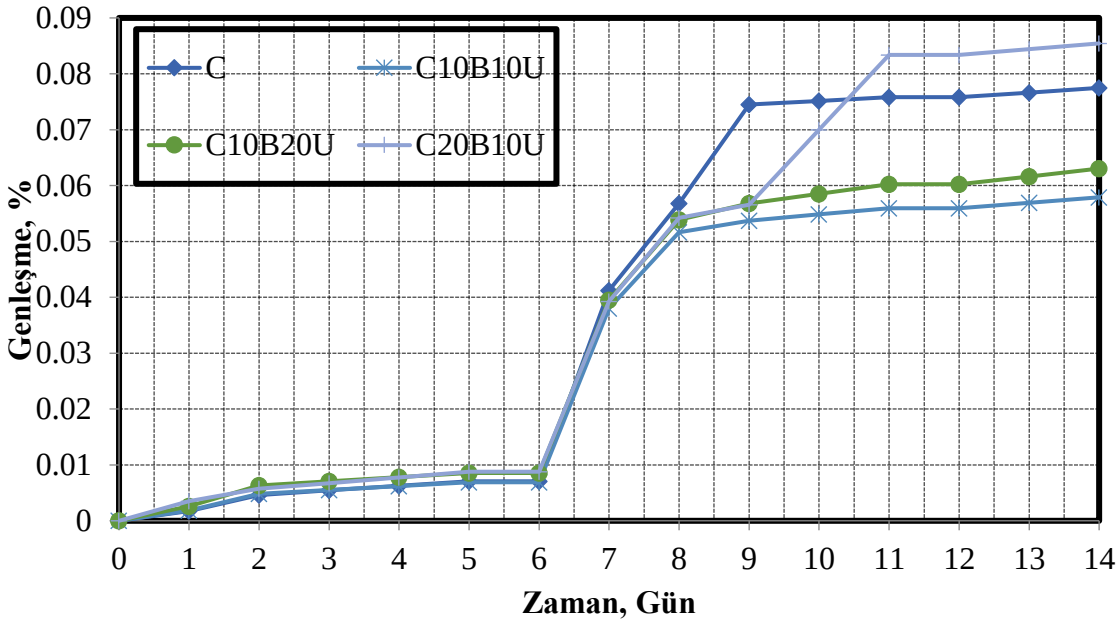


Görsel 3. KKA katkılı numunelerin zamana bağlı olarak genleşme değerleri

Görsel 4 incelendiğinde C10B10U karışımının en düşük genleşmeye sahip olduğu gözlemlenmiştir. C10B10U karışımının 14 gün sonunda yaptığı genleşme değeri 0.0579'dur. Bu durumun nedeni olarak KKA katkısı genleşmeyi artırırken UK katkısı genleşmeyi azaltıcı bir etken olarak karışımın içinde bulunmasıdır. % 10 UK katkısı harç çubuklarında genleşme değerini her zaman düşürdüğü literatür olarak da bilinmektedir. Çimento yerine % 10 KKA ve

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

% 20 UK kullanılması durumunda 14 gün sonunda oluşan genleşme değeri 0.0630'dur. Bu durumun nedeni olarak % 20 UK kullanımı standart değerleri aştığından dolayı, genleşmesi % 10 UK' ya göre % 10 civarında artış göstermektedir. C20B10U karışımının 14 gün sonunda yaptığı genleşme değeri 0.0854' dür. Bu karışımın bu kadar genleşme yapmasının nedeni % 20 KKA kullanılması sonucu genleşmenin en büyük değere ulaşması gerekirken KKA katkısının yanında % 10 UK katkısı kullanılmasıyla genleşmenin düşürüldüğü gözlemlenmiştir. Bilindiği gibi KKA katkısı standart değerlerin üzerinde kullanıldığında genleşmeyi artırıcı bir etkiye sahiptir. UK katkısı ise genleşmeyi azaltıcı etkiye sahiptir. Bu iki katkı birlikte kullanılması sonucu ASTM C 1260'a göre alkali silika reaksiyonunun zararlı değeri olan 0.1' i aşmamaktadır.

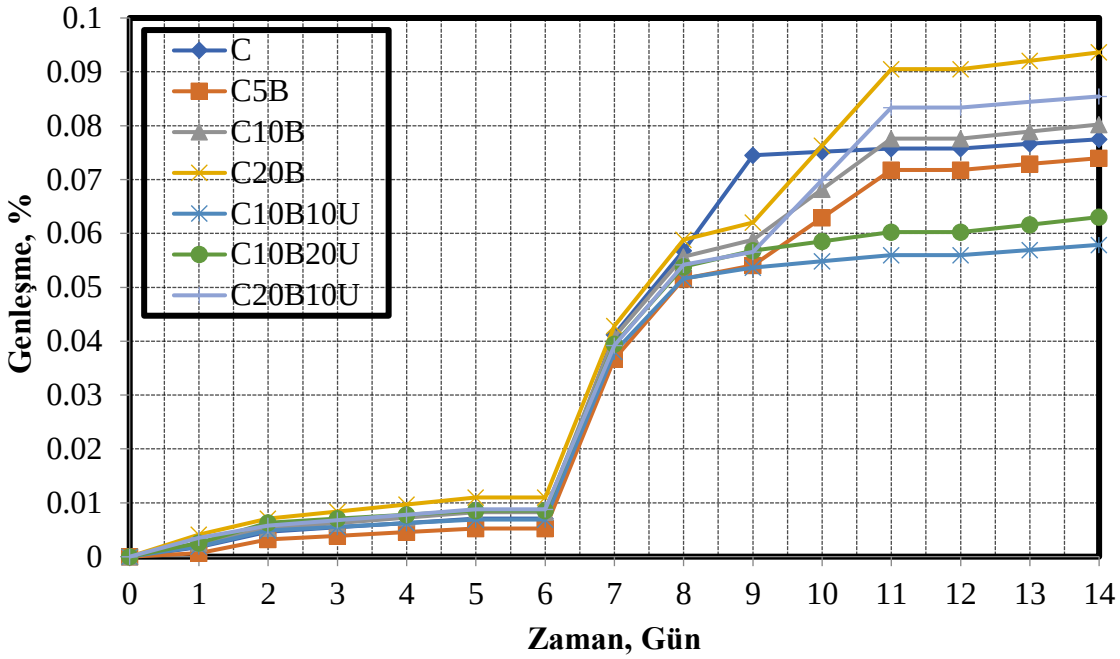


Görsel 4. UK ve KKA katkılı numunelerin zamana bağlı genleşme değerleri

Görsel 5 incelendiğinde en fazla genleşmeyi C20B karışımın yaptığı, en az genleşmeyi ise C10B10U karışımının yaptığı görülmektedir. Bu durumun nedeni olarak KKA katkısı kimyasal özeliklerine bakıldığında içerisindeki kilin fazla olmasında dolayı asitli ortamda standart değerlerden fazla şişmekte ve ASTM C 1260 standardındaki alkali silika reaksiyonunun zararlı genleşme değeri olan 0.1'e yaklaştığı gözlemlenmektedir. C10B10U karışımına bakıldığında karışım içerisindeki KKA ve UK değerlerinin eşit miktarda çimento yerine konulduğu görülmektedir. Çimento yerine eşit miktarda bu katkılar konulmasına rağmen en düşük genleşmeyi vermesinin nedeni olarak karışım içerisindeki UK'nın genleşmeyi düşürdüğü düşünülmektedir. Literatürde araştırıldığı üzere UK, çimento yerine kullanıldığı takdirde beton

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

özeliklerini iyileştirmekte ve yapılan deneylerde de daha iyi sonuç vermekte olduğu gözlemlenmiştir.



Görsel 5. Harç çubuklarının zamana bağlı olarak genleşme değerleri

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

KKA'nın ve uçucu külün değişik oranlarda çimento yerine kullanılarak oluşturulan alkali silika reaksiyonu için yapılan harç çubuklarına boy ölçümü deneyi yapılması sonucu elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

- Yapılan çalışmada, harç çubuklarının boy uzama oranı ASTM C 1260'a göre zararlı değer olan % 0.1' i aşmadığından tüm karışımlar standarda göre zararsız olarak saptanmıştır.
- Harç çubuklarındaki genleşmelere bakıldığında en fazla genleşmenin 0.0936 değeri ile C20B karışımına ait olduğu saptanmıştır. Bu durum KKA katkısının çimento yerine fazla katıldığında genleşmenin sürekli artacağının kanıtı olarak gösterilebilmektedir. KKA katkısı içerisindeki kilin çok fazla olmasından dolayı asitli su içerisinde şişmekte bu durumda genleşmeye neden olduğu saptanmıştır.
- Harç çubuklarında en az genleşmenin olduğu karışım % 0.0579 genleşme değeri ile C10B10U karışımına ait olduğu saptanmıştır. KKA katkısı harç çubuklarının genleşmesini artırırken, UK katkısı genleşmeyi iyileştirici etki yaptığı deneyler sonucu saptanmıştır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

- Çimento yerine % 5 KKA katkısı kullanılması, sadece çimento kullanılmasından % 0.0035 daha iyi sonuç verdiği saptanmıştır. KKA katkısının TS EN 206-1'e göre çimento yerine standart değerlerde kullanılması ile ASR'nin genleşmesini düşürdüğü saptanmıştır.

Bu çalışma, harç çubukları üzerinde gerçekleştirilmiş olup, kullanılan malzemelerin kimyasal ve fiziksel bileşimlerinin farklılık gösterebileceği dikkate alınarak, araştırmaların farklı kaynaklardan temin edilen malzemeler ve çeşitli puzolanik ya da kimyasal katkılarla tekrarlanması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

[8] Gürkan, A. (2006). *Pomza ve Zeolitin Alkali Silika Reaksiyonu Üzerindeki Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

[9] Hobbs, D. W. (1988). *Alkali-Silica Reaction in Concrete.* London: Thomas Telford Ltd.

[10] Andiç, Ö. (2002). *Alkali Silika Reaksiyonun Mineral ve Kimyasal Katkılar Kullanılarak Kontrol Altına Alınması*, Yüksek Lisans Tezi, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

[11] Neville, A. M. (1997). *Properties of Concrete.* England: Longman Limited.

[12] Swamy, R. N. (1992). *The Alkali-Silica Reaction in Concrete.* New York: Van Nostrand Reinhold.

[13] Ersoy, B., Yentürk, F., Arsoy, Z., & Uygunoğlu, T. (2024). Puzolinik malzemelerin (dip külü ve zeolit) tane boyutunun harcın alkali-silika reaksiyonuna ve basınç dayanımına etkisi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 39(2), 977-992.

[14] Altuncı, Y. T., Öcal, C., Saplıoğlu, K., İnce, H. H., & Cevikbas, M. (2021). Genleştirilmiş Cam Agregalı Harçlarda Alkali Silika Reaksiyonu (ASR). Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 33(2), 579-586.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

BOR (KOLEMANİT) KATKILI ASFALT BETONLARIN MUHTELİF PERFORMANSLARININ MARSHALL DENEYLERİ İLE, MİKROYAPI VE HOMOJENLİK KARAKTERİSTİKLERİNİN BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ (BT) İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Lisansüstü öğrenci, ISXAQ OSMAN ABDIRAHMAN

Karabük Üniversitesi, isaacqablan001@gmail.com - 0009-0000-3329-7777

Lisans Öğrenci, CHERİF MAHAMAT OUSMANE

Karabük Üniversitesi, cherifmahamatousmane@gmail.com - 0009-0002-7101-2167

Doç.Dr., HALİL İBRAHİM YUMRUTAŞ

Karabük Üniversitesi, iyumrutas@karabuk.edu.tr - 0000-0002-3696-7016

ÖZET

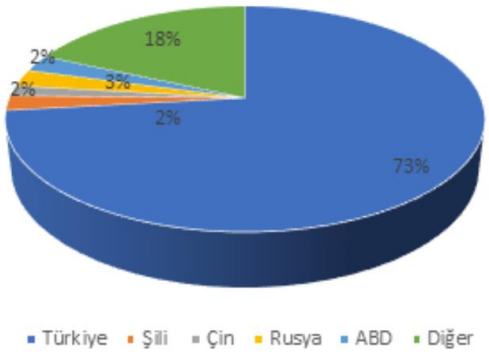
Bor minerali yer altı zenginliği açısından Ülkemiz, Dünya'da ilk sırada yer almasına karşın işlenmesi ve kullanım alanlarının çeşitliliği açısından maalesef istenilen konumda değildir. Bu çalışmada Bor (Kolemanit) katkılı asfalt betonların performanslarının muhtelif deneyler ile gözlemlenmesi ve asfalt betonu karışımlarda kullanımının fizibil olup olmadığının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda asfalt betonu içerisine % 10, %20 ve % 30 oranlarında filler yerine ikame edilecek olan bor (kolemanit) malzemenin stabilite ve akma değerlerine etkisinin yanı sıra bitüm oranı ve kompaksiyon performanslarına etkisi Marshall deneyleri ile incelenecektir. Ayrıca mikroyapı ve boşluk oranları ile bitüm/agrega/bor (kolemanit) dağılımı ise bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüleme tekniği ile tespit edilecektir. Bu sayede bor mineraline yeni kullanım alanları sunularak sahip olduğumuz yer altı kaynaklarının milli sermayeye sağlayacağı katkının arttırılması hedeflenmektedir. Bu çalışma, sınırlı bütçe ve zaman kısıtları nedeniyle sınırlı performans gözlemleri ve deneyler içermektedir. Ancak gelecekteki çalışmalarda asfalt kaplamanın diğer mekanik performanslarının da (yorulma, tekerlek izinde oturma vb.) değerlendirilerek pilot bölgelerde uygulama yapılması ve yerinde gözlemler ile deneysel sonuçların teyit edilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bor (kolemanit), Asfalt Betonu, Marshall Testi, Bilgisayarlı Tomografi (BT), Mikroyapı

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. GİRİŞ

Bor, yer kabuğunda yaygın olarak bulunan 51.elementtir. Bor tabiatta hiçbir zaman serbest halde bulunmaz. Doğada yaklaşık 230 çeşit bor minerali olduğu bilinmektedir. Yaygın olarak bulunan bor minerallerinden bir tanesi bir tür aluminoborosilikat minerali olan ve yapısında %10'a kadar bor içerebilen Turmalin'dir. Ancak, sanayide alkali ve toprak alkali bor mineralleri olan tinkal (Na4B4O2.10H2O), kernit (Na2B407.4H20), kolemanit (Ca2B6O11.5H20) ve üleksit (NaCaB509.8H20) kullanılmaktadır. Dünyadaki önemli bor yatakları Türkiye, Rusya ve ABD'de olup dünya ticari bor rezervleri 4 bölgede toplanmaktadır. Bunlar ABD Kaliforniya Eyaletinin güneyinde yer alan "Mojave Çölü", Güney Amerika'da yer alan "And Kemeri", Türkiye'nin de yer aldığı" Güney-Orta Asya Orojenik Kemeri" ve Doğu Rusya'dır. Türkiye Dünya'da en çok bor rezervine sahip ülkedir. Ülkemizde işletilen bor mineralleri; tinkal, kolemanit ve üleksit olup Görsel 1 'de dünyadaki bor rezervleri verilmiştir. Kolemanit ise, bor mineralleri arasında en yaygın bulunan cevherdir ve Dünya kolemanit rezervinin tamamına yakını ülkemizde bulunmaktadır [1].



Görsel 1. Dünya Genelinde Bor Rezervleri Dağılımı

Ülkemizde bor minerali savunma, kimya, makine, nükleer, otomotiv, tarım, tıp uzay ve havacılık vb. birçok sektörde izolasyon, ısı yalıtımı, yanma geciktirici, aşınma ve ısıya dayanıklı malzemeler gibi birtakım amaçlarla kullanılmaktadır [2]. Hem yüksek miktardaki rezervi hem de rezerv ömrü açısından değerlendirildiğinde ise halen daha istenilen seviyelerde kullanılamadığı ve kullanım alanlarının yaygınlaştırılmasının Ülkemiz menfaatleri açısından elzem olduğu düşünülmektedir. Dünya pazarlarında %33 üretim payına sahip olan ülkemizde, bor konsantresi üretimi Eti Şirketi tarafından Eskişehir-Kırka, Kütahya-Emet ve Balıkesir-Bigadiç ve Bursa-Kestelek tesislerinde yapılmaktadır. Çeşitli araştırmacılar bu tesislerde yılda 600.000 ton atık olduğunu bildirmektedir.

Çevresel açıdan değerlendirildiğinde ise; bor madeni işletmeciliği yapılan alanlara yakın yerlerde toprağın yüksek oranda bor tuzu içerdiğini, bunun bazı bitki türleri için olumlu, bazılar içinse olumsuz sonuçlar doğurduğunu göstermiş, bor minerali isteği fazla olan bitkilerin daha iyi geliştiği, diğerlerinin ise büyümelerini tam olarak tamamlayamadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca, borun insan sağlığına ve gelişimine etkileri konusunda yapılan araştırmalarda, bor madeninde çalışan veya o bölgede yaşayan insanlarla olumsuz olarak nitelendirilebilecek bir etkiye rastlanmamıştır [3].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Özellikle borun inşaat sektöründeki kullanımına yönelik çalışmalar son yıllarda ciddi oranlarda artış göstermektedir. Borun asfalt kaplamalarda kullanımı ile ilgili çalışmalar da mevcuttur. Oruç vd. [4] bor içeren katkıların bitümün reolojik özelliklerine etkisini araştırmış, bitümün birtakım özelliklerinde iyileşmeler elde etmiştir ancak asfalt karışımda agrega veya filler malzeme olarak kullanımı ile ilgili herhangi bir netice sunmamıştır. Kütük [5] çalışmasında borik asit atık ürünlerinin (borogypsum) asfalt betonunda filler olarak kullanımının Marshall stabilitesine ve diğer mekanik özelliklere etkisini irdelemiştir. Özellikle Marshall stabilitesinde bir miktar azalma gözlemlemiştir. Özellikle sıcak iklimlerde ağır taşıt trafiği altında aşınma tabakası yerine binder tabakası olarak kullanımının daha uygun olacağını ifade etmiştir. Morova ve Terzi [6] çalışmalarında kolemanit atıkların sıcak karışım asfalt betonda agrega olarak kullanılabilmesini araştırmışlar, kolemanit agregası olarak kullanılan numunelerin şartname limitlerini sağladığı ancak bitüm ihtiyacını artırdığı ve stabiliteyi düşürdüğü sonucuna varmışlardır. Bu sebeple kolemanit atıkların yaygın olduğu bölgelerde kullanımının taşıma maliyetleri de göz önünde bulundurulduğunda uygun olabileceği ifade edilmiştir. Ancak çalışmada kolemanit, filler olarak değil ince agrega olarak kullanılmıştır. Gürer ve Selman [7] çalışmalarında bor atıklarını mineral filler olarak kullandığı asfalt betonunun özelliklerini birtakım deneyler (Marshall stabilitesi, Donma-çözünme, Endirek çekme gerilmesi) gerçekleştirerek araştırmıştır. Sonuç olarak orta ve düşük trafik hacmine sahip asfalt betonu kaplamalı yollarda aşınma tabakası olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Oruç ve Yılmaz [8] çalışmalarında bor içeren katkı kullanarak asfalt bağlayıcının (bitümün) performans özelliklerini irdelemişlerdir. Bitümün sertliğini, yumuşama noktasını, viskozitesini, parlama noktasını ve tekerlek izi direncini artırdığını ve ısıya karşı hassasiyeti ile düşük sıcaklık çatlaklarını azalttığını gözlemlemişlerdir.

Özetle, Dünya bor rezerv miktarının büyük çoğunluğunu barındıran Ülkemizde bor malzemesinin işlenerek kullanım alanlarının artırılması noktasında henüz istenilen düzeyde olmadığı literatürde ifade edilmektedir. Bor mineralinin inşaat mühendisliğinin çeşitli alanlarında kullanımına yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Ayrıca bitümün (asfalt çimentosu) muhtelif özelliklerinin geliştirilmesinde de kullanıldığı görülmekle birlikte bitümlü sıcak karışımların (asfalt betonu) performans artışına katkısı noktasında sınırlı sayıda çalışma yer aldığı görülmektedir. Bu çalışmalar daha ziyade Marshall stabilitesi, Donma çözünme, Çekme gerilmesi gibi testleri içermektedir. Bu çalışmada, Bor (Kolemanit) katkılı asfalt betonların stabilite ve akma değerlerine etkisinin yanı sıra bitüm oranı ve kompaksiyon performanslarına etkisi de deneysel olarak değerlendirilecektir. Bu doğrultuda, bitümlü sıcak karışım içerisinde çeşitli oranlarda (%10, %20, %30) olarak kullanılacak bor (kolemanit) mineralinin, sıcak asfalt betonu karışımdaki mekanik dayanıma (Marshall stabilitesi ve akma değeri) ayrıca bitüm miktarı ve kompaksiyon gereksinimlerine etkisi araştırılacaktır. Ayrıca asfalt numunelerinde bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüleme kullanılarak asfalt betonunun mikroyapı, boşluk oranları ile bitüm/agrega/bor (kolemanit) dağılımının incelenerek yorumlanması hedeflenmektedir. Bu sayede bor mineraline yeni kullanım alanları sunularak sahip olduğumuz yer altı kaynaklarının milli sermayeye sağlayacağı katkının arttırılması hedeflenmektedir. Çalışmanın bu yönüyle özgün ve çalışılmaya değer olduğu düşünülmektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2. DENEYSEL METODOLOJİ

Asfalt betonu karışımında kullanılacak bor (kolemanit) TENMAK BOREN'den bedelsiz olarak temin edilmiştir. Tane yoğunluğu 2,48 g/cm3 olarak belirlenen kolemanitin kimyasal özellikleri Çizelge1'de belirtilmiş olup Görsel 2' de bir örnek sunulmuştur [9].

Çizelge 1. Bor (Kolemanit) Kimyasal Bileşimi

Kimyasal bileşen	Miktar (%)
B_2O_3	40,26
Na_2O	0,21
MgO	2,74
Al_2O_3	0,16
SiO_2	5,20
SO_3	0,18
CaO	27,16
Fe_2O_3	0,045
SrO	0,8



Görsel 2. Çalışmada Kullanılacak Olan Bor (kolemanit) Örneği

Çalışmada AC50/70 penetrasyon değerine sahip bitüm kullanılmış olup agrega boyut ve standartları Karayolu Teknik Şartnamesinde belirtilen değerleri karşılamaktadır. Agrega ve bitümlü bağlayıcı, Karabük İl Özel İdaresi asfalt fabrikasından bedelsiz olarak temin edilmiştir.

2.1. Deney Prosedürü

Tüm numuneler Karayolları Genel Müdürlüğü Teknik Şartnamesi ve TS EN 12697'ye göre Marshall Karışım Tasarımı prosedürleri takip edilerek Çizelge 2'de ifade edilen Deney matrisi uyarınca hazırlanacaktır [10,11]. Her bir deney için en az 3 başarılı deney yapılacaktır. Bor (kolemanit), ağırlıkça %10, %20 ve %30 oranlarında mineral filler malzemesi yerine ikame edilecektir. Bor (kolemanit) malzemesini filler boyutunda elde etmek için elek analizi yapılacaktır. Burada amaç, bor (kolemanit) malzemenin karışımdaki oranının, stabiliteyi ve akma değerlerini nasıl etkileyeceği ayrıca bitüm ihtiyacına ve asfalt betonunun yerinde sıkıştırılmasına ne denli etkisinin olacağını irdelemektir. Buradan hareketle bor (kolemanit) malzemenin asfalt betonu karışımlarda kullanımının fizibil olup olmadığı değerlendirilecektir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 2. Deney Matrisi

DENEY MATRİSİ		BİTÜM MİKTARI (Ağırlıkça %)											
		3,50%		4,00%		4,50%		5,00%		5,50%		6,00%	
		KOMPAKSİYON MİKTARI (Darbe Sayısı)											
		75x2	100x2	75x2	100x2	75x2	100x2	75x2	100x2	75x2	100x2	75x2	100x2
0%	CONTROL SAMPLE												
10%	Filler ile ikame edilen bor (kolemanit) miktarı												
20%	Filler ile ikame edilen bor (kolemanit) miktarı												
30%	Filler ile ikame edilen bor (kolemanit) miktarı												

2.2.Öncül Deneyler

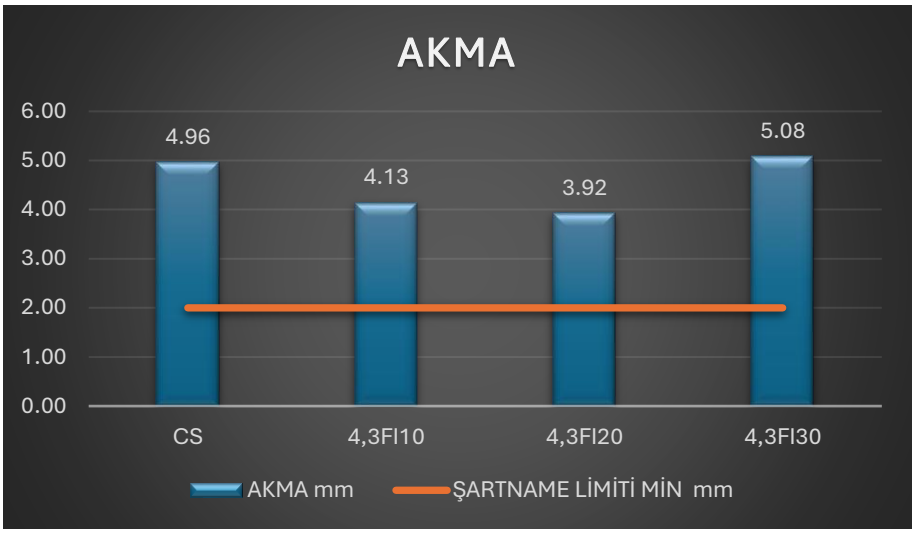
Karayolları Genel Müdürlüğü Teknik Şartnamesi ve TS EN 12697'ye göre Marshall Karışım Tasarımı prosedürleri takip edilerek optimum bitüm muhtevasının tespit edilebilmesine yönelik Marshall deneyleri gerçekleştirilmiş ve kontrol numunesine ait optimum bitüm oranı %4,3 olarak belirlenmiştir. Daha sonra kontrol numunelerindeki filler oranlarının %10, %20 ve %30'u olmak üzere ikame bor (kolemanit) malzeme kullanılarak optimum bitüm muhtevasında öncül deneyler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen Marshall stabilite ve akma değerleri yorumlanarak bor (kolemanit) kullanımının asfalt karışımlarda kullanımının fizibil olup olmadığı tartışılmış ve çalışmanın daha sonraki adımlarına ışık tutmuştur. Görsel 3'te Marshall stabilite değerinin, Görsel 4'te ise akma değerinin bor (kolemanit) miktarına bağlı olarak değişimi sunulmuştur.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 3. Marshall Stabilite Değerinin Değişimi

Buna göre optimum bitüm muhtevasında, %10 filler boyutunda bor (kolemanit) ikamesi kullanılan 4,3FI10 numunesinin stabilite değerinin kontrol numunesine oranla %2 oranında azaldığı, %20 filler boyutunda bor (kolemanit) ikamesi kullanılan 4,3FI20 numunesinin stabilite değerinin kontrol numunesine oranla %4 oranında arttığı ve son olarak %30 filler boyutunda bor (kolemanit) ikamesi kullanılan 4,3FI30 numunesinin stabilite değerinin kontrol numunesine oranla %15 oranında arttığı görülmüştür.



Görsel 4. Akma Değerinin Değişimi

Buna göre optimum bitüm muhtevasında, %10 filler boyutunda bor (kolemanit) ikamesi kullanılan 4,3FI10 numunesinin akma değerinin kontrol numunesine oranla %17 oranında azaldığı, %20 filler boyutunda bor (kolemanit) ikamesi kullanılan 4,3FI20 numunesinin akma değerinin kontrol numunesine oranla %21 oranında azaldığı ve son olarak %30 filler boyutunda bor (kolemanit) ikamesi kullanılan 4,3FI30 numunesinin akma değerinin kontrol numunesine oranla %2 oranında arttığı gözlenmiştir.

Öncül deney sonuçları bir bütün olarak yorumlandığında, Çizelge 2'deki deney matrisinde öngörülen %10, %20 ve %30 bor (kolemanit) içeriğinin bitüm miktarı ve kompaksiyon varyasyonlarını içeren deneylere geçiş için uygun olduğu kanaatine varılmıştır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2.3.Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Tomografi, asfaltın iç yapısını, boşlukların dağılımını, asfalt bileşenlerinin karışımını ve yapısal kusurları tespit etmek için literatürde kullanılan bir yöntemdir [12–21]. X-ışını tomografisi (X-ray CT) ile hem 2D hem de 3D görüntüler elde edilerek, numunelerdeki boşluk oranları, çatlaklar, agrega boyutları, asfalt ve geri kazanılmış asfalt malzemelerinin (RAP) dağılımı gözlemlenebilir. Ayrıca, sıcaklık ve donma-çözülme döngüleri gibi çevresel etkilerin asfaltın mikroyapısına olan etkileri de bu teknoloji ile analiz edilebilir. Bu çalışmada asfalt numunelerinde bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüleme yapılarak asfalt betonunun mikroyapı, boşluk oranları ile bitüm/agrega/bor (kolemanit) dağılımının incelenerek yorumlanması hedeflenmektedir.

Deney süreçleri aşağıdaki adımlara göre gerçekleştirilecektir:

ADIM 1) TENMAK BOREN tarafından bedelsiz olarak temin edilecek olan bor (kolemanit) malzeme deneylerde kullanılacaktır. İhtiyaç duyulacak diğer agrega ve bitümlü bağlayıcı Karabük İl Özel İdaresinden bedelsiz olarak temin edilecektir. Çalışmada AC50/70 penetrasyon değerine sahip bitüm kullanılacak olup bitümün karakteristik özellikleri Çizelge 3' te, agreganın karakteristik özellikleri ise Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 3. Çalışmada Kullanılacak Olan Bitümün Karakteristik Özellikleri

Deney Adı	Birim	Ref. Sınır Değeri	Bağıl Belirsizlik % ± (1)	Deney Sonuçları	Deney Yöntemi
Penetrasyon, 25°C'ta, 100g, 5 sn. (Otomatik)	x0.1 mm	50 - 70	4.61	59	TS EN 1426
Yumuşama Noktası (Su banyosu), (Otomatik), (pt 100)	°C	46 - 54	2.51	48.8	TS EN 1427
Sertleşmeye Karşı Direnç, 163°C'ta					
Kütle Değişimi	%	(-)0,5	55	(-) 0,03	TS EN 12607-1
Kalıcı Penetrasyon	%	≤ 50	4.61	65	
Yumuşama Noktası Yükselmesi	°C		2,51	4,2	
Parlama Noktası	°C	≤ 230	2,2	338	TS EN ISO 2592
Çözünürlük (Toluen, cam fiber filtre)	%(m/m)	99	0.03	99.85	TS EN 12592

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 4. Deneylerde Kullanılacak Olan Agreganın Karakteristik Özellikleri

Ocak Adı	**Cumayanı Taş Ocağı**			
Kayacın cinsi	**Kalker**			
Deney Adı	**Kaba Agrega**	**İnce Agrega**	**Filler**	**Deney Standardı**
Hacim Özgül Ağırlığı	2,696	2,649		TS EN 1097-6
Zahiri Özgül Ağırlığı	2,737	2,745	2,756	
Absorpsiyonu, %	0,5	1,3		
Karışımın Efektif Özgül Ağırlığı (deneyle)			2,711	ASTM D-2041
Karışımın Efektif Özgül Ağırlığı (hesapla)			2,711	
Cilalanma Değeri				TS EN 1097-8
Micro-Deval				TS EN 1367-1
MgS04 Donma Kaybı %			18	TS EN 1367-2
Los Angeles Aşınma Kaybı,%			21	TS EN 1097-2
Yassılık İndeksi,%			12,7	BS 812
Soyulma Mukavemeti			65/70	KTŞ Kısım 403 Ek-A
Bitüm özgül ağırlığı			1,03	TS-1087
Bitüm Penetrasyonu, dmm			60	TS EN 1426
Yumuşama Noktası, 0 C				TS EN 1427
İmalatta Kullanılacak Bitümlü Bağlayıcı			Rafinerisi	Kırıkkale
			Tipi	Bitüm
			Sınıfı	B 50/70

ADIM 2) Bor (kolemanit) ve diğer agregaların kaba, ince ve filler boyutlarında elde edilmesi için elek analizi yapılacaktır.

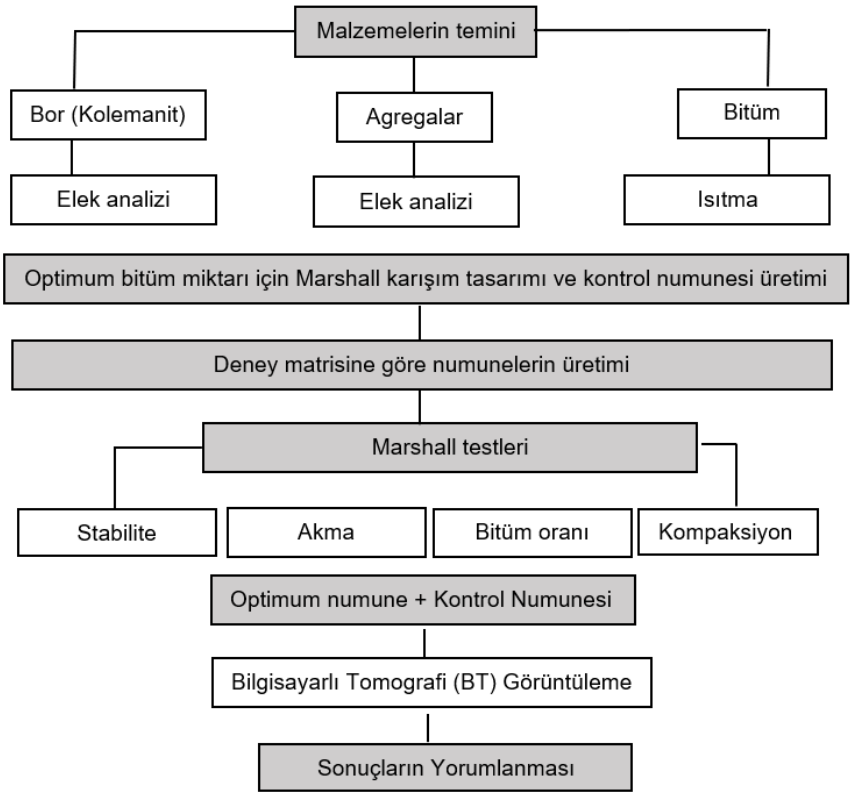
ADIM 3) TS EN 12697 standardına göre 6 adet katkısız (kolemanit içermeyen) Marshall numunesi üretilerek Marshall testleri yapılacak ve optimum bitüm oranı tespit edilerek bu numune kontrol numunesi olarak kullanılacaktır.

ADIM 4) Çizelge 2'deki deney matrisine göre her bir deney için en az 3 başarılı deney olacak şekilde ilgili numuneler üretilerek TS EN 12697 standardına göre Marshall testleri yapılacaktır. Değişen bitüm miktarları ve kompaksiyon miktarlarına bağlı olarak elde edilecek sonuçlar stabilite ve akma değerleri ile karşılaştırılarak mukayese edilecektir.

ADIM 5) Son olarak çalışmanın amacına en uygun (optimum stabilite, akma, bitüm oranı ve kompaksiyon değerlerine sahip bor kolemanit katkılı) numune tespit edilerek bu numune ve kontrol numunesinin mikroyapı ve boşluk oranları ile bitüm/agrega/bor (kolemanit) dağılım karakteristiklerinin gözlemlenebilmesi ve yorumlanabilmesi sağlanacaktır.

Görsel 5'teki akış şeması, çalışmanın tüm adımlarını açıklamakta ve özetlemektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 5. Çalışmanın Metodolojisi

BEYAN

Bu çalışma Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Biriminin **KBÜBAP-24-DS-034** numaralı projesi ile desteklenmiştir.

TEŞEKKÜR

BOR (kolemanit) malzeme temini **TENMAK BOREN** tarafından, agrega ve bitüm malzemeleri ise Karabük İl Özel İdaresi tarafından ücretsiz olarak tedarik edilmiş olup yazarlar ilgili kurumlara katkılarından dolayı teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

1. Internet: BOREN (Bor Araştırma Enstitüsü), "Bor Elementi", .
2. TMMOB, "Bor raporu", (2003).
3. Doğan, G., Sabah, E., and Erkal, T., "Borun Çevresel Etkileri Üzerine Türkiye ' de Yapılan Bilimsel Araştırmalar", 9–12 (2005).
4. Oruç, Ş., Yılmaz, B., and Sancak, K., "Effect of boron-containing additives on rheological properties of asphalt binder", Road Materials And Pavement Design, 17 (4): 810–824 (2016).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

5. Kütük-Sert, T. and Kütük, S., "Physical and marshall properties of borogypsum used as filler aggregate in asphalt concrete", Journal Of Materials In Civil Engineering, 25 (2): 266–273 (2013).

6. Kelimeler, A. and Pavement, F., "Kolemanit atıkların sıcak karışım asfalt betonda a grega olarak değerlendirilmesi Evaluation of colemanite waste as aggregate hot mix asphalt concrete", 19: 8–15 (2015).

7. Gürer, C. and Selman, G. Ş., "Investigation of properties of asphalt concrete containing boron waste as mineral filler", Medziagotyra, 22 (1): 118–125 (2016).

8. Oruç, Ş. and Yılmaz, B., "Improvement in performance properties of asphalt using a novel boron-containing additive", Construction And Building Materials, 123: 207–213 (2016).

9. Şeker, O., "kolemanit ve kolemanit atıklarının kendiliğinden yerleşen betonların reolojik ve sertleşmiş özelliklerine etkilerinin incelenmesi", Bartın Üniversitesi, (2022).

10. Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM), Teknik Şartname 2013

11. Marshall 12697 Bitümlü Karışımlar - Deney Metodları

12. Coleri, E., Harvey, J. T., Yang, K., and Boone, J. M., "Investigation of asphalt concrete rutting mechanisms by X-ray computed tomography imaging and micromechanical finite element modeling", 1027–1043 (2013).

13. Liu, T., Zhang, X., Li, Z., and Chen, Z., "Research on the homogeneity of asphalt pavement quality using X-ray computed tomography (CT) and fractal theory", Construction And Building Materials, 68: 587–598 (2014).

14. Boshoff, W. P., "A review of X-ray computed tomography of concrete and asphalt construction materials", Construction And Building Materials, 199: 637–651 (2019).

15. Zhao, Z., Jiang, J., Ni, F., and Ma, X., "3D-Reconstruction and characterization of the pore microstructure within the asphalt FAM using the X-ray micro-computed tomography", Construction And Building Materials, 272: 121764 (2021).

16. Zhang, F., Cao, Y., Sha, A., Lou, B., Song, R., and Hu, X., "Characterization of asphalt mixture using X-ray computed tomography scan technique after freeze-thaw cycle and microwave heating", Construction And Building Materials, 346 (June): 128435 (2022).

17. Taheri-shakib, J. and Al-mayah, A., "A review of microstructure characterization of asphalt mixtures using computed tomography imaging : Prospects for properties and phase determination", Construction And Building Materials, 385 (April): 131419 (2023).

18. Review, L., "X-Ray Tomography of Asphalt Concrete", (99): 186–192 .

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

19. You, T., Al-rub, R. K. A., Masad, E. A., and Little, D. N., "Three-Dimensional Microstructural Modeling of Asphalt Concrete by Use of X-Ray Computed Tomography", .

20. Masad, E., Jandhyala, V. K., Dasgupta, N., Somadevan, N., and Shashidhar, N., "Characterization of Air Void Distribution in Asphalt Mixes using X-ray Computed Tomography", (April): 122–129 (2002).

21. You, Z., Adhikari, Æ. S., and Kutay, Æ. M. E., "Dynamic modulus simulation of the asphalt concrete using the X-ray computed tomography images", 617–630 (2009).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

KAVŞAKLARDA GÖRÜŞ MESAFESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN İRDELENMESİ: KARABÜK VE BAĞLANTI YOLLARI ÖRNEĞİ

Lisans Öğrenci, TOLGA KESKİN

Karabük Üniversitesi, tolgakeskin61ce@gmail.com- ORCID ID: 0009-0006-2271-8832

Doç. Dr., HALİL İBRAHİM YUMRUTAŞ

Karabük Üniversitesi, iyumrutas@karabuk.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-3696-7016

ÖZET

İstatistiklere göre Ülkemizde trafik kazaları kaynaklı ölüm, yaralanmalar ve maddi hasarların gelişmiş ülkelere kıyasla oldukça yüksek oranlarda seyrettiği görülmektedir. Bu kazaların önemli bir kısmının ise kavşaklarda meydana gelmiş olması, karayolunun özellikle bu bölgelerinde yoğun çalışmalar yapılarak sorunların teşhis ve tedavisinin gerçekleştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. **Bu çalışmanın amacı** kavşaklarda görüş mesafesini etkileyen faktörlerin yerinde gözlem ve ölçümler ile irdelenerek çözüm önerileri geliştirilmesi ve sonuçların ilgili kurumlar (Karayolları Genel Müdürlüğü, Belediyeler, İl Özel İdareleri) ile paylaşılarak Ülkemizde her yıl artış gösteren karayolu kazalarının azaltılmasına katkı sunulmasıdır. Bu doğrultuda, kavşaklarda görüş mesafesini etkileyen faktörler (peyzaj, tabela, reklam panosu, altyapı hatlarının yer üstü tesisleri, köprü ayağı, alt/üstgeçit parapetleri vb.) Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) ve American Association of State Highway Transportation Officials (AASHTO) karayolu tasarım rehberleri doğrultusunda irdelenecek, Karabük ve bağlantı yolları üzerinde belirlenen 35 noktada araç içi sürüş ile saha gözlemi, fotoğraflama ve yerinde ölçümler yapılacak, sorunlu alanlar teşhis edilerek çözüm önerileri sunulacaktır. Bu proje önerisi kapsamında mevcut kavşaklarda yer alan ve görüş açısını daraltan/engelleyen söz konusu tasarım ve uygulamaların Karabük ve bağlantı yolları özelinde ele alınması planlanmış olup **çalışmanın bu yönüyle özgünlük içerdiği ve üzerinde çalışılmaya değer olduğu düşünülmektedir.**

Ayrıca Ülkemiz karayolu ağında kullandığımız mevcut KGM tasarım rehberinin özellikle görüş alanı ile ilgili bölümlerinin geliştirilmesi ve kurumların gerçekleştirecekleri proje ve arazi

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

uygulamaları öncesinde farkındalığının artırılması yönünde öneriler sunulması **hedeflenmektedir.**

Anahtar Kelimeler: Kavşak, Görüş mesafesi, Trafik kazaları, Karayolu güvenliği, Peyzaj

1. GİRİŞ

2. Ulaşımın tarihi insanlık tarihi kadar eskilere uzanmaktadır. İnsanların ve eşyaların belirli bir amaç doğrultusunda bir yerden başka bir yere taşınması, tekerleğin icadıyla başlayan ve sürekli gelişen bir olgudur. Suyun kaldırma kuvvetinin keşfedilmesi ile denizyolu taşımacılığı, buharla çalışan lokomotiflerin üretilmesi ile demiryolu taşımacılığı, petrol türevleriyle çalışan motorların gelişmesi ile karayolu taşımacılığı ve son olarak hava araçlarının icadıyla havayolu taşımacılığı yaygınlaşmıştır. Ancak her yeni teknoloji hayatı kolaylaştırmakla birlikte beraberinde bazı sorunları da doğurmaktadır. İstatistiksel veriler, özellikle karayollarında meydana gelen trafik kazalarında meydana gelen ölüm ve yaralanmaların dikkate alınması gereken önemli bir konu olduğunu ortaya koyuyor. 2017 yılında dünya genelinde yaklaşık 5 milyon trafik kazasında 7 milyondan fazla can kaybı meydana gelmiştir [1]. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) istatistikleri, trafik kazalarının dünya çapında her yıl yaklaşık 1,35 milyon kişinin ölümüne ve yaklaşık 20-50 milyon kişinin ölümcül olmayan yaralanmalara yol açtığını ortaya koymaktadır [2]. Dünya Bankası, 2016 yılında her 100 kişiden 18'inin trafik kazalarında öldüğünü bildirmiştir [3]. Karayolu kazaları, %2,2'lik ölüm oranıyla dünyada ölüme neden olan en önemli dokuzuncu faktör olarak kabul edilmekte ve 2030 yılına kadar yedinci sırada yer alması öngörülmektedir [4]. Ülkemizin bu alandaki durumu incelendiğinde ise Ülkemiz karayolu ağında 2022 yılında toplam 1 milyon 232 bin 957 adet trafik kazası meydana gelmiş olup bu kazaların 1 milyon 35 bin 696 adedi maddi hasarlı, 197 bin 261 adedi ise ölümlü yaralanmalı trafik kazasıdır. Trafik kazalarında 5 bin 229 kişi hayatını kaybederken 288 bin 696 kişi yaralanmıştır [5]. Avrupa ülkeleri ile karşılaştırıldığında Türkiye 2021 yılında meydana gelen kaza sayısında ikinci, ölüm sayısında ise birinci sırada yer almıştır [6]. Tablo 1'de Ülkemiz karayolu ağı içerisinde 2012-2023 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarına ilişkin istatistik sunulmuş olup ölümlü kazaların her yıl giderek arttığı dikkati çekmektedir.

3.

Tablo1.Türkiye trafik kaza istatistikleri, 2012-2023 [7].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Yıl	Toplam kaza sayısı	Ölümlü yaralanmalı kaza sayısı	Maddi hasarlı kaza sayısı	Ölü sayısı			Yaralı sayısı
				Toplam	Kaza yerinde	Kaza sonrası(1)	
2012	**1 296 634**	153 552	1 143 082	**3 750**	3 750	-	268 079
2013	**1 207 354**	161 306	1 046 048	**3 685**	3 685	-	274 829
2014	**1 199 010**	168 512	1 030 498	**3 524**	3 524	-	285 059
2015	**1 313 359**	183 011	1 130 348	**7 530**	3 831	3 699	304 421
2016	**1 182 491**	185 128	997 363	**7 300**	3 493	3 807	303 812
2017	**1 202 716**	182 669	1 020 047	**7 427**	3 534	3 893	300 383
2018	**1 229 364**	186 532	1 042 832	**6 675**	3 368	3 307	307 071
2019	**1 168 144**	174 896	993 248	**5 473**	2 524	2 949	283 234
2020	**983 808**	150 275	833 533	**4 866**	2 197	2 669	226 266
2021	**1 186 353**	187 963	998 390	**5 362**	2 421	2 941	274 615
2022	**1 232 957**	197 261	1 035 696	**5 229**	2 282	2 947	288 696
2023	**1 314 136**	235 071	1 079 065	**6 548**	2 984	3 564	350 855

(1) Trafik kazasında yaralanıp sağlık kuruluşuna sevk edilenlerden kazanın sebep ve tesiriyle 30 gün içinde ölenleri kapsamaktadır.
- Bilgi yoktur.



Görsel 1. Avrupa ülkeleri kaza istatistikleri, 2020 [8].

Konuya bu açıdan bakıldığında Ülkemizde trafik kazaları kaynaklı ölüm, yaralanmalar ve maddi hasarların sebepleri detaylı olarak ele alınarak çözüm önerilerinin artırılması ve bu alanda daha fazla akademik çalışma yapılması gerektiği aşikardır.

Kavşaklar en az iki trafik noktasının birleştiği, kesiştiği, örüldüğü veya ayrıldığı noktalar yani bağlantı noktaları olmalarının yanı sıra bağlı oldukları yolların performansını ve kapasitesini belirleyen kritik noktalardır [9]. Karayolu kavşakları kesişen trafik hareketleri nedeniyle önemli ve potansiyel tehlike alanları olarak ifade edilmektedir. Yolun performansı, güvenlik, hız, işletme maliyeti ve kapasite gibi özellikleri kavşakların tasarımına bağlıdır. Kavşaklar iki veya daha çok karayolundaki doğrusal veya kesişen trafik akışlarını kapsadığı gibi, bu yollar

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

arasındaki dönüş hareketlerini de içerir. Bu hareketler, kavşak tipine bağlı olarak, çeşitli geometrik tasarımlar ve trafik kontrolü ile sağlanmakta olup kavşaklar, kazaların ve araç gecikmelerinin önemli bir kaynağı olabilmektedirler. Kesişen karayolları üç genel tip oluşturur. Bunlar; eşdüzey kavşaklar, farklı düzeyli kavşaklar ve seviye ayrımlı geçişlerdir. Kesişme seviyesine ve geometrisine göre ise farklı düzey kavşaklar (Diamond, Yonca, Tek Nokta, Şehir içi vb.) ile eş düzey kavşaklar (Denetimsiz, Denetimli, Dönel, Sinyalize vb.) olarak adlandırılabilmektedirler. Kavşaklar kullanıcı talepleri, tasarım kriterleri ve kullanım yoğunluğuna uygun olarak tasarlanmalıdırlar [10]. Kavşak planlaması yapılırken, kapasite, güvenlik, kontrol, ekonomi, verimlilik ve çevresel etki faktörlerinin dikkate alınması gerekmektedir [9,11–15]

Kentlerde nüfusun artması, teknoloji, sanayi ve ekonomideki gelişmeler ve artan araç sayısı ile birlikte ulaşım talebi artmış; çoğu zaman yetersiz olan altyapı sebebi ile de trafik tıkanıklığı ve trafik kazaları başta olmak üzere birçok sorun artış göstermiştir [16]. Türkiye Ulusal İstatistik Enstitüsü (TUİK) verilerine göre yerleşim yeri durumuna göre trafik kazaları incelendiğinde, toplam 197 bin 261 ölümlü yaralanmalı kazanın 162 bin 667'si yerleşim yeri içinde 34 bin 594'ü ise yerleşim yeri dışında meydana gelmiştir. Trafik kazası ölümlerinin %53,4'ü, yaralanmaların %76,5'i yerleşim yeri içinde gerçekleşen kazalar sonucunda, ölümlerin %46,6'sı yaralanmaların ise %23,5'i yerleşim yeri dışında gerçekleşen kazalar sonucunda oluşmuştur [17]. Kavşaklar yol ağı üzerinde çok az yer kaplamasına rağmen, trafik kazalarının önemli bir bölümü bu kesimlerde meydana gelmektedir. Ülkemizde 2021 yılı içerisindeki trafik kazaların %15,84'ü kavşaklarda meydana gelmektedir [16].

Ülkemizde meydana gelen toplam kazalar yerleşim durumlarına göre incelendiğinde ise yerleşim yerlerinde (kent merkezi ve bağlantı yollarında) meydana gelen kazaların oranının yüksekliği dikkati çekmektedir. Bu durumun başlıca sebebi karayolunun ilgili bölümlerindeki trafik yoğunluğunun fazlalığı ayrıca farklı yönlerdeki trafik kesişmelerinin fazlalığı yani **kavşakların fazla oluşu** ile açıklanabilmektedir (Tablo 2)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Tablo 2. Yerleşim durumuna göre kaza oranları [18].

KAZA FAKTÖRLERİ	YERLEŞİM YERİ		YERLEŞİM YERİ DIŞI		TOPLAM	
FAKTÖRLERİ	Kusur Sayısı	%	Kusur Sayısı	%	Kusur Sayısı	%
Sürücü	164.938	85,66	39.293	93,26	204.231	87,03
Yaya	21.446	11,14	788	1,87	22.234	9,47
Yolcu	2.012	1,04	741	1,76	2.753	1,17
Taşıt	3.826	1,99	1.188	2,82	5.014	2,14
Yol	327	0,17	123	0,29	450	0,19
TOPLAM	**192.549**	**100**	**42.133**	**100**	**234.682**	**100**

Kaynak: Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı trafik kaza verilerine göre düzenlenmiştir.

Buradan hareketle özellikle kavşakların geometrik tasarımlarının irdelenmesi ve kavşaklarda görüş açılarını daraltan/engelleyen faktörlerin tespit edilerek çözüm önerilerinin sunulmasının ne denli önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bir kavşak tasarımındaki temel prensipler ise şunlardır:

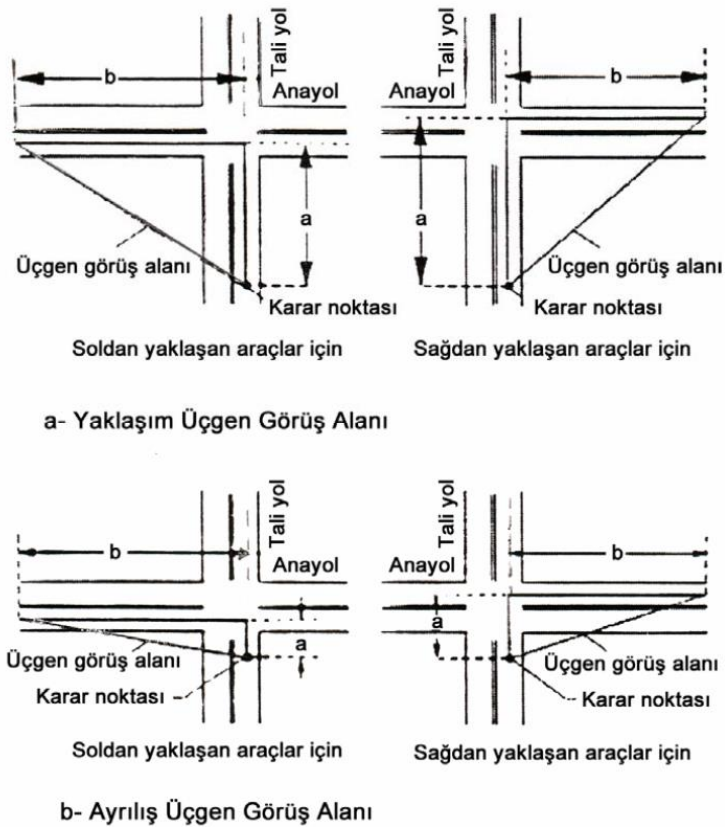
- Güvenlik
- Yeterli hizmet seviyesi
- Ekonomi
- Estetik

Kavşak tasarımını etkileyen faktörler insan faktörü, trafik faktörü, fiziksel faktörler, ekonomik faktörler ve sosyal faktörler olarak sıralanabilmektedir [14]. Literatürde kavşakların geometrik tasarımları, trafik yönetimleri, sürücü ve yaya etkileşimleri vb. üzerine çok sayıda çalışma yer almaktadır.

Kavşaklar sadece araç trafiğinin kesiştiği alanlar değil aynı zamanda yayaların da araç trafiği ile kesişimlerinin olduğu problemli alanlar olup muhtelif çalışmalar ile yayaların bu etkileşimdeki rolü ve etkisi ortaya koyulmaya çalışılmış ve seçilen belirli kavşaklar üzerinde çeşitli öneriler geliştirilmiştir [11,19–23]. Sürücüler de yayalar gibi trafiğin önemli bir unsuru olup araç hareketlerini yönlendirmeleri sebebiyle olumlu veya olumsuz olarak trafik akışı üzerinde çok önemli bir etkiye sahiptirler. Sürücü davranışlarının trafiğe etkisi özellikle kavşaklardaki davranışın kavşak performansı açısından değerlendirilmesi de birçok çalışmaya konu olmuştur [16,24–26]. Ayrıca kavşak kapasitesinin muhtelif parametreler ışığında değerlendirildiği çalışmalar da oldukça yaygındır [12,13,27–31].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) ve American Association of State Highway Transportation Officials (AASHTO) karayolu tasarım rehberlerinde [14,32] kavşaklardaki görüş mesafesi ile ilgili olarak son derece açık öneriler sunulmuştur. Buna göre; taşıtların kavşağı güvenle geçebilmesi için sürücülerin diğer kollardan yaklaşan taşıtları görebilmesi ve böylece diğer taşıtla çarpışmaması için durabilmesi veya hızını ayarlayabilmesi gerekmekte olup, kavşak köşelerinde üçgen görüş alanları sağlanacaktır. **Yani üçgen görüş alanları içinde sürücünün görüşünü engelleyen herhangi bir nesne (bina, istinat duvarı, köprü ayağı, yarma şevi, ağaçlık, vb.) olmayacaktır.** Bu durum görsel 2'de izah edilmeye çalışılmıştır [14].



Görsel 2. Görüş alanı detayları

Peyzaj uygulamaları, sürücünün dikkatini yola odaklamasına ve diğer nesnelerin dikkat dağıtmasını önlemesine yardımcı olmaktadır ancak kavşaklardaki peyzaj uygulamalarında güvenlik dikkat edilmesi gereken önemli bir konudur [33]. Kavşak kazalarını azaltmada en önemli olan unsur, tasarımın doğru yapılmasıdır. Doğru plantasyon teknikleri ile kavşaklardaki kazaların önüne geçilebilir. Bu nedenle bitkilendirmenin uzaktan fark edilebilir olması gerekir. Doğru bitkisel tasarım, sürücüyü uyarır, yavaşlatır veya durdurur. Ana yollar ve tali yolların

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

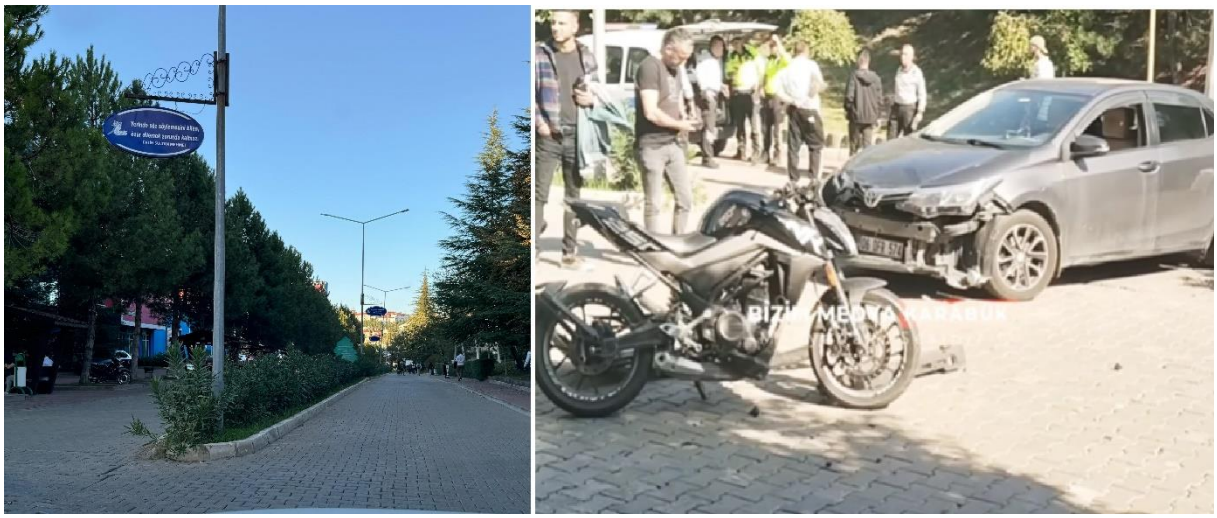
bağlantı noktalarında orta yükseklikte çalılar kullanılmalı ve yollar arasındaki görüş mesafesi kesinlikle kapatılmamalıdır. Sürücülerin belli mesafeden bile olsa kavşakları görebilmesi gerekmektedir. Kavşağı kullanacak olan yaya ve sürücülerin görüşünün engellenmemesi gerekmektedir. Bu yüzden bu görüşü kapatacak veya engelleyecek her türlü etmen ortadan kaldırılmalıdır [9,10]. Kavşaklarda bitki kullanımlarının görüşü kapatması, kavşaktaki ani dönüşün sürücüler tarafından fark edilememesine, aldatıcı ve sağlıksız bir görüş açısının oluşmasına ve ani hız değişimlerine neden olduğu farklı çalışmalarda [15] ifade edilmiş olup örnek görseller Görsel 3'te sunulmuştur.



Görsel 3. Karabük Üniversitesi Kampüs içi kavşak görüş mesafesini kısıtlayan unsurlar.

Benzer şekilde tabela veya karayolu levhaları da kavşaklarda sürücü görüş alanını daraltan unsurlar olarak sayılabilmekte olup Karabük Üniversitesi Kampüsü içerisinde yer alan ve peyzaj nedeniyle görüş açısını daraltan bir noktada meydana gelmiş olan bir kazaya iliksin görsel Görsel 4'te sunulmuştur.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 4. Karabük Üniversitesi Kampüsü'nde meydana gelen konuya ilişkin bir kaza örneği

Literatür çalışmaları incelendiğinde kavşakların araç, sürücü ve yaya etkileşimleri dikkate alınarak geometrik tasarımlarının ve trafik yönetimlerinin irdelendiği, kapasite analizlerinin yapıldığı çalışmalar yaygın olmakla birlikte **mevcut kavşaklarda yer alan ve görüş açısını daraltan/engelleyen tasarım ve uygulamaların (peyzaj, tabela, reklam panosu, altyapı hatlarının yer üstü tesisleri, köprü ayağı, alt/üstgeçit parapetleri vb) incelendiği çalışmalara rastlanılamamıştır. Bu proje önerisi kapsamında mevcut kavşaklarda yer alan ve görüş açısını daraltan/engelleyen söz konusu tasarım ve uygulamaların Karabük ve bağlantı yolları özelinde ele alınması planlanmış olup çalışmanın bu yönüyle özgünlük içerdiği ve üzerinde çalışılmaya değer olduğu düşünülmektedir.**

Bu çalışmada kavşaklarda görüş mesafesini etkileyen faktörler Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) ve American Association of State Highway Transportation Officials (AASHTO) karayolu tasarım rehberleri doğrultusunda irdelenecek, Karabük ve bağlantı yolları üzerinde belirlenen noktalarda araç içi sürüş ile saha gözlemi, fotoğraflama ve yerinde ölçümler yapılacak, sorunlu alanlar teşhis edilerek çözüm önerileri sunulacaktır. **Çalışmanın amacı;** Kavşaklarda görüş mesafesini etkileyen faktörlerin yerinde gözlem ve ölçümler ile irdelenerek çözüm önerileri geliştirilmesi ve sonuçların ilgili kurumlar (Karayolları Genel Müdürlüğü, Belediyeler, İl Özel İdareleri) ile paylaşılarak Ülkemizde her yıl artış gösteren karayolu kazalarının azaltılmasına katkı sunulmasıdır.

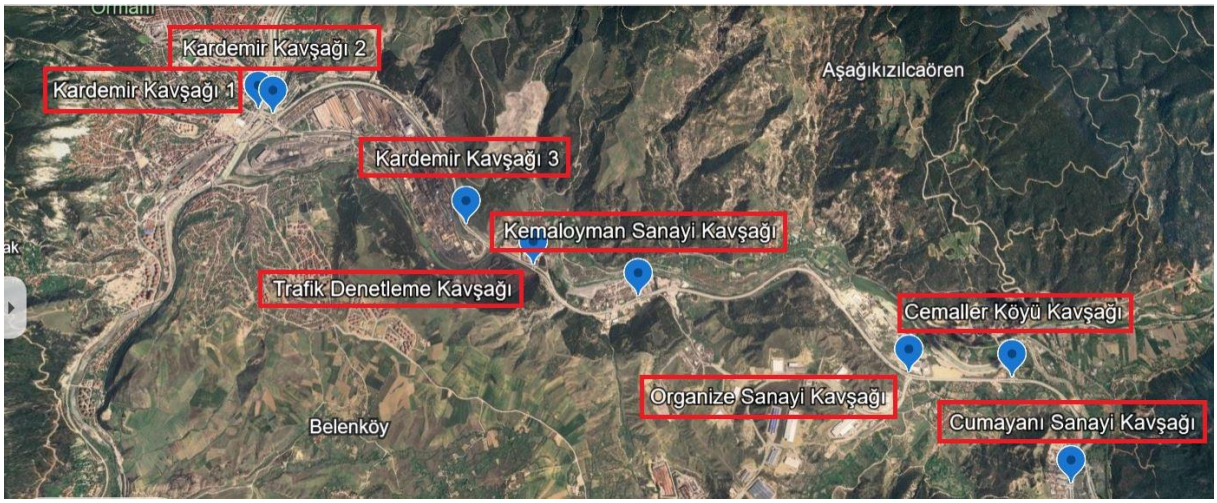
Söz konusu çalışma Ülkemiz açısından son derece elzem bir arazi çalışması niteliğinde olup çalışma alanının büyüklüğü ve proje süresi dikkate alındığında bu projedeki çalışma alanı

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Karabük Merkezi ile Karabük'ü civar illere bağlayan bağlantı yolları olarak belirlenmiştir. Söz konusu çalışma alanında yapılacak çalışmanın, Ülkemizin genelinde Karayolu ağı içerisinde yer alan problemleri yansıtacağı düşünülmekle birlikte çalışma alanları ve bölgelerinin sayılarının artırılması ile daha kapsamlı neticeler elde edilebileceği aşikardır.

Çalışma alanı içerisinde belirlenen ve Görsel 5 (a-g)'de uydu görüntüleri üzerinde işaretlenerek sunulan **35 farklı kavşak üzerinde**, temin edilecek araç ile ön gözlemler yapılarak **birincil tespitler** yapılacaktır. Bu şekilde araç içi sürücü göz hizasından hareketle sorun potansiyeli olan alanlar uygulamalı olarak seçilecek ve daha az sayıdaki sorunlu kavşaklar üzerinde **ikincil tespitler yapılacaktır**. Bu tespitte hem araç içi sürücü göz hizasından sorunlu bölge fotoğraflanacak hem de yersel ölçümler ile görüş mesafesini engelleyen/daraltan ve risk potansiyeli taşıyan nesnelerin (peyzaj, tabela, reklam panosu, altyapı hatlarının yer üstü tesisleri, köprü ayağı, alt/üstgeçit parapetleri vb.) boyutları ile kavşağa olan mesafeleri ölçülerek Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) ve American Association of State Highway Transportation Officials (AASHTO) karayolu tasarım rehberlerinde [14,32] kavşaklardaki görüş mesafesi ile ilgili olarak belirtilen kriterlere uygunluğu değerlendirilecektir.

İkincil tespitler ile çalışma alanları netleştirildikten sonra ilgili kurumlar nezdinde (KGM vb.) yazışmalar gerçekleştirilerek **yasal izinler alınacaktır**. Ayrıca arazi uygulama safhasında gerekli **iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin** alınmasına azami önem gösterilecektir.

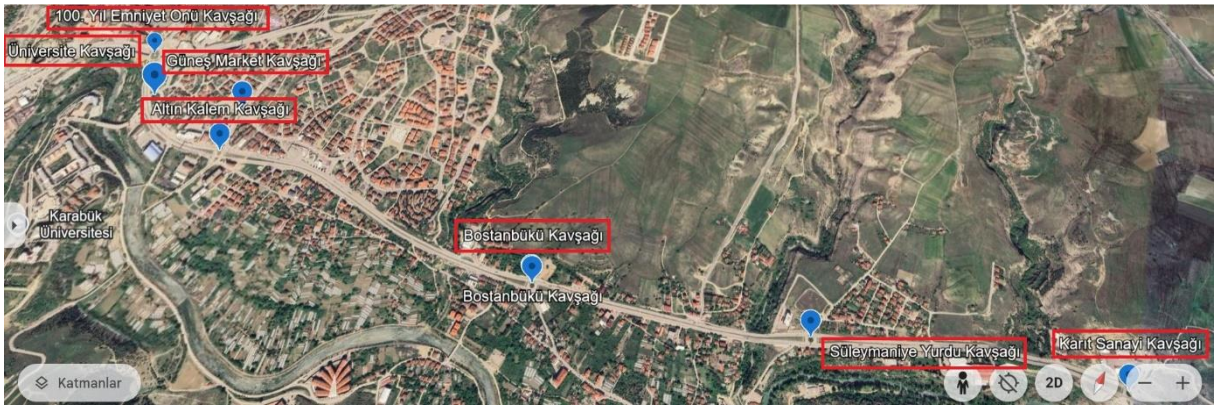


A)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



B)



C)



D)



E)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



F)



G)

Görsel 5. Çalışma alanı kavşak noktaları

KAYNAKLAR

1. Internet: OECD, "Road Accidents", **https://stats.oecd.org/BrandedView.aspx?oecd_bv_id=trsprt-data-en&doi=g2g55585-en** (2021).

2. Internet: WHO, "Road Traffic Injuries", .

3. Internet: The World Bank, "Mortality Rates", **https://data.worldbank.org/indicator/SH.STA.TRAF.P5?end=2016&start=2016&view=bar** (2021).

4. Ramiani, M. B. and Shirazian, G., "Ranking and determining the factors affecting the road freight accidents model", ***Civil Engineering Journal (Iran)***, 6 (5): 928–944 (2020).

5. Internet: Türk Standatları Enstitüsü (TSE), "Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri, 2022", **https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Karayolu-Trafik-Kaza-Istatistikleri-2022-49513** .

6. ALKHATEEB, D. F. A., "Kavşaklarda Sürücü Davranışının Trafik Güvenliğine Etkisinin İncelenmesi", ***Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi***, (2023).

7. TUIK, "Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri, 2023", (2023).

8. Eurostat, "Europan Countries Traffic Accidents", (2020).

9. KIRIMLI, Y. S., "EŞDÜZEY KAVŞAKLARDA KAVŞAKLAR ARASI MESAFENİN KAVŞAK PERFORMANSINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI", ***Karadeniz Teknik Üniversitesi***, (2019).

10. Sağlık, A., Ekiz, N., Bayram, S., and Temiz, M., "Çanakkale onsekiz mart üniversitesi kavşağı peyzaj düzenlemesinin incelenmesi", ***Peyzaj Eğitim, Bilim, Kültür Ve Sanat Dergisi***, 2 (2): 78–85 (2020).

11. L.Mannering, F. and S.Washburn, S., "Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis", ***John Wiley & Sons, Inc.***, 225 (2008).

12. Mercan, E. Z., "Sinyalize Kavşaklarda İkilem Bölgeleri ve Sarı Işık Süresinin Etkisi", ***Kırıkkale Üniversitesi***, (2023).

13. Çırak, G., "Sinyalize Dönel Kavşakların Tasarım Yöntemlerinin Analizi", ***Pamukkale Üniversitesi***, (2023).

14. Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM), .

15. Sari, E., Kaya, L. G., and Çetin, M., "Köprülü Kavşaklarda Tasarım Sorunları ve Çözüm Önerileri : Antalya Demokrasi Köprülü Kavşağı Örneği", 13 (1): 81–92 (2022).

16. Alkhateeb, D. F. A., "Kavşaklarda Sürücü Davranışının Trafik Güvenliğine Etkisinin İncelenmesi", ***Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi***, (2023).

17. Internet: Türk Standatları Enstitüsü (TSE), "Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri, 2022", .

18. Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM), "Trafik kazaları ÖZeti, 2022", (2022).

19. NOMAN, N. M. S., "Systematıc Evaluation of Pedestrian Volume on Unsignalized Intersection Performance Metrics in a Simulation Environment", ***Sakarya Üniversitesi***, (2023).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

20. Esmer, M. N., "Dönel Kavşaklarda Yaya Hacminin Kavşak Kapasitesine Etkisi", ***İstanbul Teknik Üniversitesi***, (2021).

21. Yürük, Y., "Kavşaklardaki Yaya Kazalarının Etkisini Belirleyen Faktörler: Mersin Örneği", ***Mersin Üniversitesi***, (2020).

22. Önelçin, P., "Sinyalize kavşaklarda yayalarin karşidan karşiya geçme davranişlarinin incelenmesi ve yayalarin güvenli aralik algilarinin belirlenmesi", ***Ege Üniversitesi***, (2014).

23. Utku, S. B., "Sinyalize Kavşaklarda Yaya Hareketliliğinin ve Güvenliğinin İrdelenmesi", ***Dokuz Eylül Üniversitesi***, (2008).

24. Aksoy, P., "Işıklı Kavşaklarda Sola Dönüşlerde Sürücülerin Kurallara Uymamaları İle Trafik İşaretlemeleri Ve Kavşak Geometrisi Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi", ***İstanbul Teknik Üniversitesi***, .

25. Demirkan, E., "Sürücü Ve Yaya Davranışlarının Kavşak Kapasitesine Etkisi", ***İstanbul Ticaret Üniversitesi***, (2020).

26. Böcek, M., "Kavşak Yaklaşımlarında Yol Yüzey Dokusu Ve Üstyapı Düzgünsüzlüğünün Sürücü Davranışına Etkisinin Değerlendirilmesi", ***Süleyman Demirel***, (2019).

27. Esmer, M. N., "Dönel Kavşaklarda Yaya Hacminin Kavşak Kapasitesine Etkisi", ***İstanbul Teknik Üniversitesi***, (2021).

28. Savaş, K., "Kavşaklarda Yaya Simülasyonu ve Kavşak Kapasitesine Olan Etkisinin İncelenmesi: Çorlu İlçesi Örneği", ***Sakarya Üniversitesi***, (2019).

29. Saltık, E. C., "Evaluation of Approach Leg Capacities At a Signalized Urban Roundabout", ***Orta Doğu Teknik Üniversitesi***, (2018).

30. Ersoy, M., "Çok şeritli döner kavşakların kapasite analizleri: HCM 2010 üzerine bir değerlendirme", ***İstanbul Teknik Üniversitesi***, .

31. Ünal, E., "Döner Kavşakların incelenmesi ve Mühendislik Yöntemleri ile KArşılaştırılması, Mersin İli Dönel Kavşak Örneği", ***Toros Üniversitesi***, (2019).

32. AASHTO, "Roadside Design Guide", ***American Association Of State Highway And Transportation Officials***, Washington, DC, 1 vol (various pagings) (2011).

33. Qu, X., Xiao, X., Zhu, X., Wu, H., Gong, J., and Li, D., "6Ds-HLM: Hierarchical models of road traffic crash influencing factor analysis considering the urban built environment of intersection

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

visibility", ***International Journal Of Applied Earth Observation And Geoinformation***, 123 (February): 103472 (2023).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

EFFECT OF SOIL STRUCTURE INTERACTION IN REDUCING ACCELERATIONS OF STRUCTURES UNDER SEISMIC EXCITATIONS

Doç. Dr., Onur ARAZ
Gumushane University,
onuraraz29@hotmail.com - 0000-0002-6218-0559

ABSTRACT

In traditional structure design, it is assumed that the structures are rigidly supported on the ground. Using this approach in cases where the soil-structure interaction (SSI) is important may lead to incorrect designs. Because the periods of structures constructed on soft ground are greater than those obtained for the fixed foundation approach. Since the dominant period of the structure is considered when determining the mechanical properties of the tuned mass dampers (TMDs), it is extremely important to consider the SSI effects in the design process of the TMD. Therefore, a significant part of the previous studies on TMD considering SSI have focused on finding the optimum mechanical properties of TMD. To control the seismic response of structures, the TMD is placed at the floor where the largest displacement is obtained, i.e., at the top floor. This study deals with the reduction of displacement responses of structures under the influence of earthquake loads using TMD. For this purpose, 3 different structures, two different support conditions (i.e., fixed base and flexible base), and 80 different ground motions are considered in this paper. The optimum mechanical properties of the TMD are obtained using the genetic algorithm (GA). Numerical results show that the type of support conditions and the frequency content of the earthquake have significant effects on the effectiveness of the TMD.

Keywords : Tuned mass damper, soil-structure interaction, seismic response.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. INTRODUCTION

To prevent damage to structures due to earthquakes, structures must be designed to be earthquake resistant. Therefore, structures must be designed to have sufficient rigidity and ductility. Another way to increase the performance of structures under seismic loads is to add control systems to the structure. The main purpose of control systems is to reduce the dynamic responses corresponding to the dominant period of the structure. Therefore, the mechanical properties of control systems are determined according to the dominant period of the structure.

The characteristics of earthquakes play an important role in the dynamic response of structures and the performance of control systems. Therefore, it is extremely important to take seismic loads into account correctly in the design of structures. Otherwise, irreparable consequences are encountered. For this reason, many researchers have conducted studies on the behavior of different structural systems under the influence of seismic loads. These studies can generally be divided into four different groups.

While examining the dynamic behavior of structures under the influence of seismic loads, a significant majority of researchers assume that the structure is rigidly connected to the ground [1-4]. Therefore, the interaction between the structure and the ground is neglected in dynamic analyses.

In cases where the soil-structure interaction (SSI) is important; changes are observed in the dynamic characteristics of the structures. This situation may cause a decrease or an increase in the dynamic behavior of the structures. Therefore, researchers have investigated the effect of soil-structure interaction on the dynamic behavior of different types of structures [5-10]. In these studies, the numerical results obtained by considering different soil types are compared with the results obtained for the fixed base structure.

In the third group of studies [11-17], the effects of the dynamic characteristics of the structure and the earthquake characteristics on the seismic behavior of the structures are considered. The main characteristics of the ground motion that affect the dynamic behavior of the structures are peak ground motion, peak ground velocity, magnitude, distance to the fault rupture, and fault mechanism, respectively.

The last group of studies focused on reducing vibrations in structures affected by earthquake loads [18-24]. Control systems used to reduce dynamic loads are divided into 4 groups. These are passive, active, semi-active and hybrid. The most widely used system among these systems is passive control systems. The reasons for the widespread use of passive control systems include low maintenance and repair costs, mechanical simplicity and the fact that they do not require any external energy.

The effectiveness of TMD in acceleration the displacements occurring in structures with different number of floors under earthquake considering soil structure interaction is investigated in this paper. For this purpose, 3 different structures and 80 ground motions are considered. The ground motions considered are divided into three different groups. The classification is determined by the PGA/PGV ratio: low-frequency content with PGA/PGV <0.8, intermediate-frequency content with $0.8 \leq PGA/PGV \leq 1.2$, and high-frequency content with PGA/PGV> 1.2.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2. NUMERICAL EXAMPLE

Figure 1 shows an *N*-story shear building equipped with tuned mass damper (TMD) under earthquake considering soil-structure interaction (SSI).

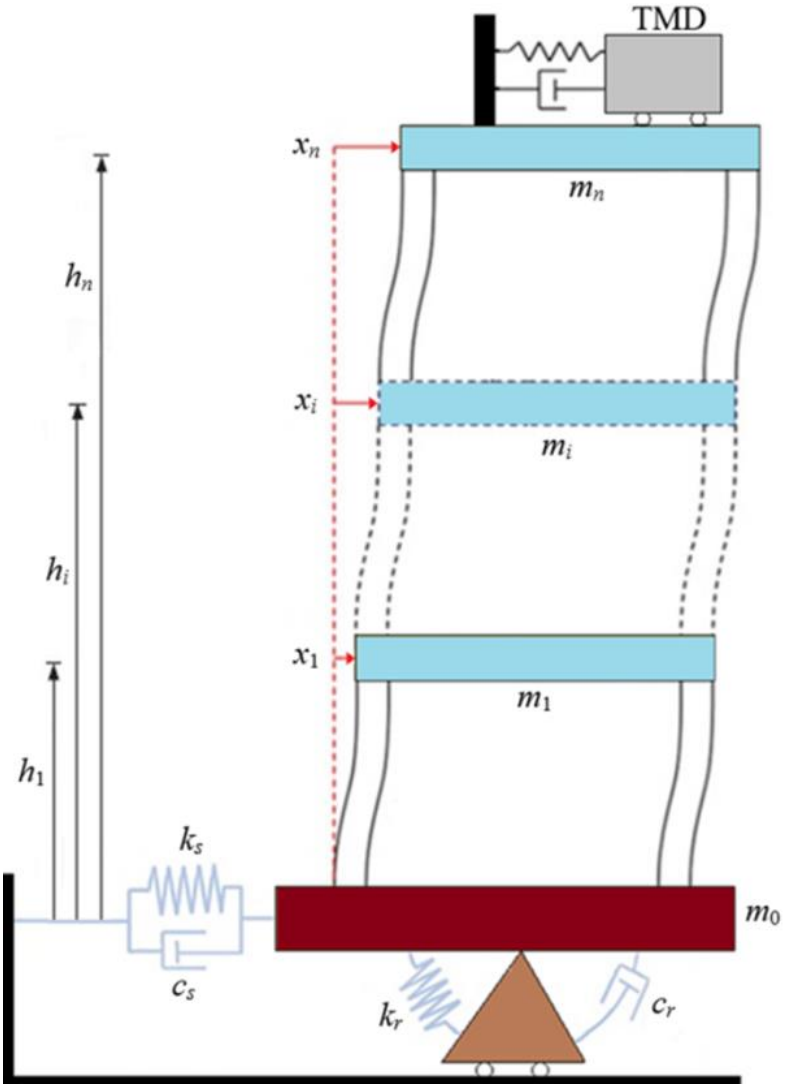


Figure 1. An *N*-story shear building with TMD.

The period values of the first mode of the structures considered in the study are shown in Figure 2. As can be seen from Figure 2, the dominant period of the building increases as the number of floors increases. In determining the dynamic properties of the structures, the formula T=0.1N is considered. Here, N indicates the number of floors. The floor mass is considered as 150t for each building. Also, the structural damping ratio is 0.05 for all structures.

In numerical analysis, the properties of the soil type are as follows: Poisson's ratio, mass density, and shear wave velocity of the soil are 0.4, 1700kg/m^3, and 125m/s, respectively. The k_s, k_r, c_s and c_r values shown in Figure 1 are obtained depending on the soil properties. The optimum parameters of TMD are also shown in Figures 3 and 4.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

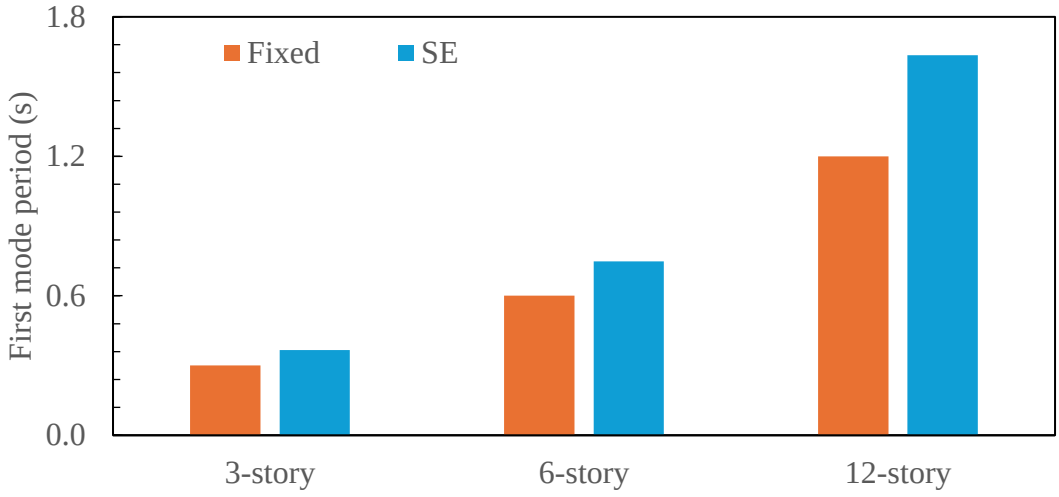


Figure 2. The fundamental period of the buildings.

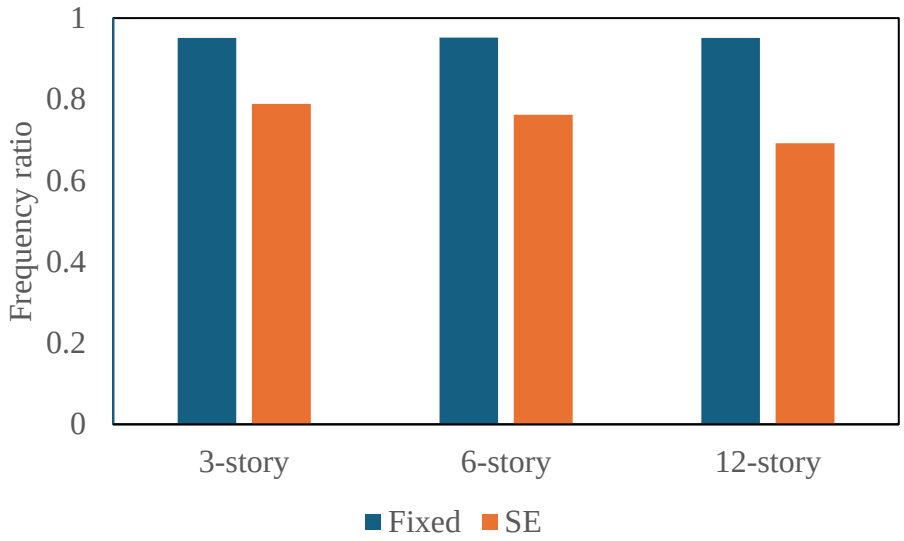


Figure 3. The optimum frequency ratio of the TMD.

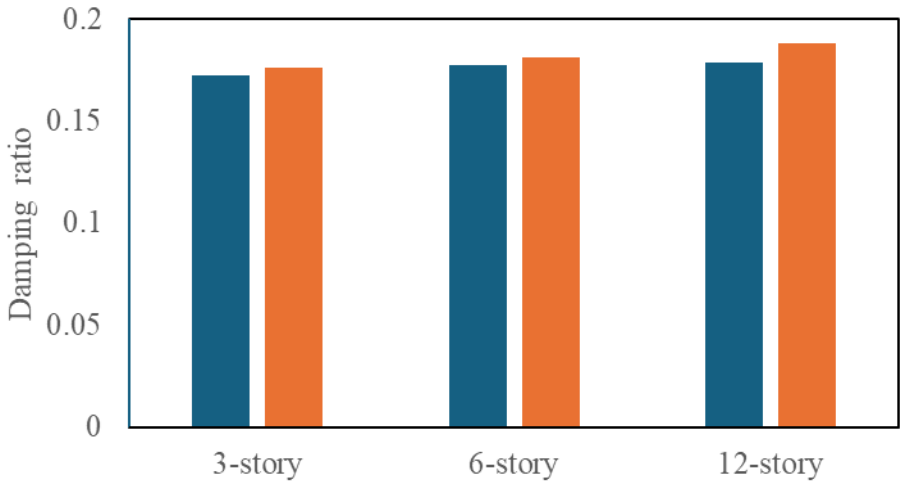


Figure 4. The optimum damping ratio of the TMD.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

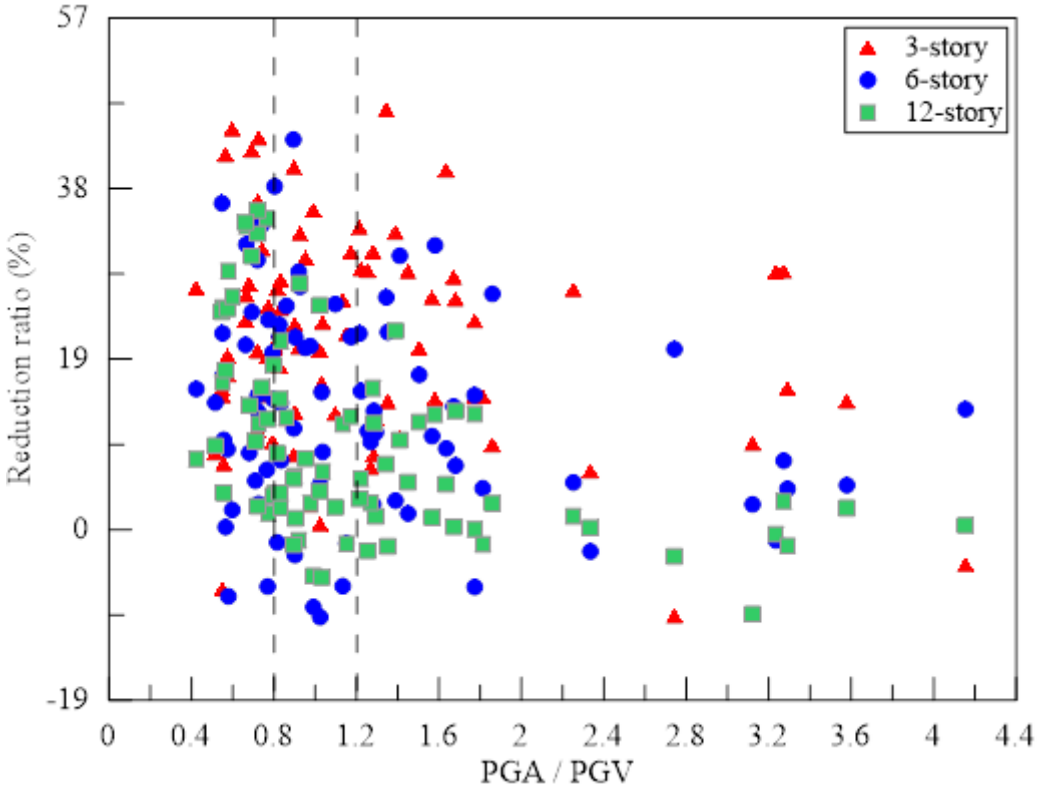


Figure 5. Reduction ratios in the maximum accelerations of the fixed base structure.

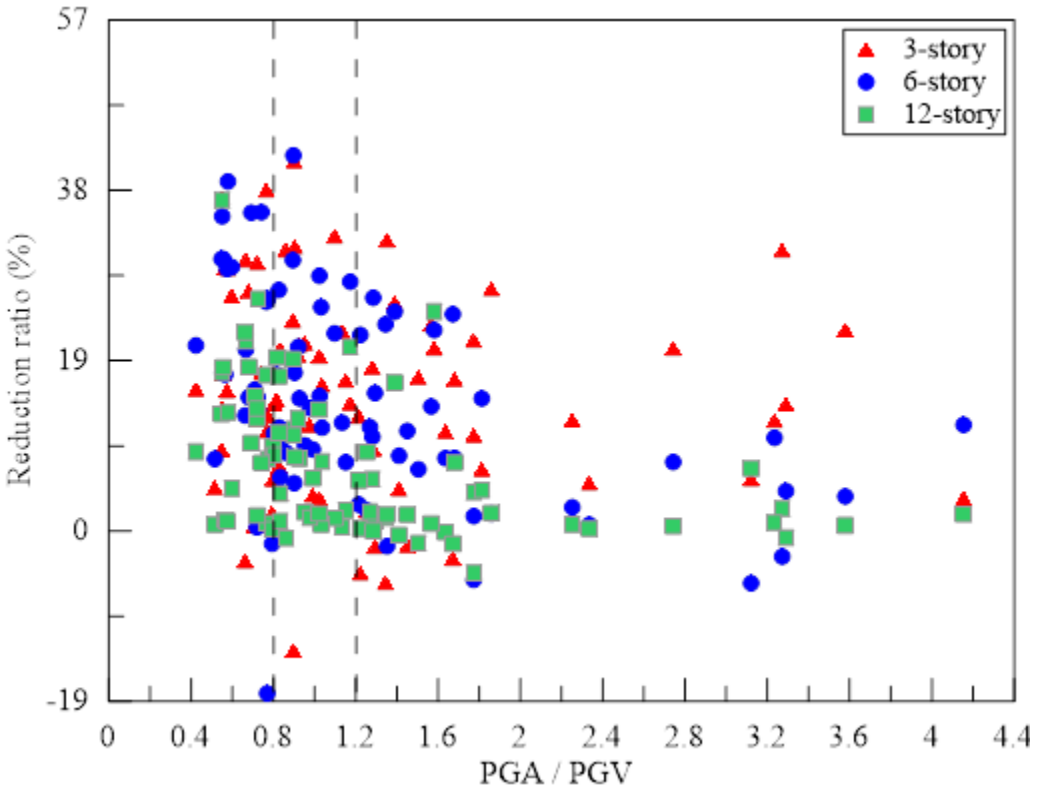


Figure 6. Reduction ratios in the maximum accelerations of the flexible base structure.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Figures 5 and 6 shows the reduction rates in maximum acceleration responses of the structures under various earthquakes. As can be seen, the PGA/PGV ratio plays an important role in the control performance of the TMD. Therefore, it is seen that the performance of the TMD changes significantly from one ground motion to another. Another important parameter that plays a role in the control performance of the TMD is the number of floors of the structure.

3. CONCLUSIONS

The main findings obtained from this study, which aimed to reduce seismic loads by using TMD, are given below.

- The PGA/PGV ratio of the earthquake has an important effect on the control performance of the TMD.
- The soil-structure interaction (SSI) has an important effect on the control performance of TMD.
- As a result, it has been observed that the support condition as well as the frequency content of the earthquake have an important effect on the efficiency of the TMD.

REFERENCES

[1] Hokmabadi AS, Fatahi B, Samali B (2012) Recording inter storey drifts of structures in time-history approach for seismic design of building frames. Australian Journal of Structural Engineering 13(2): 175–179.

[2] Son H, Park J, Kim H, et al. (2017) Generalized finite element analysis of high-rise wall-frame structural systems. Engineering Computations 34(1): 189–210.

[3] Tabatabaiefar HR, Mansoury B (2016) Detail design, building and commissioning of tall building structural models for experimental shaking table tests. The Structural Design of Tall and Special Buildings 25(8): 357–374.

[4] Robert T, Laure P (2005) Seismic performance of concentrically braced steel frames in multistory buildings with mass irregularity. Journal of Structural Engineering 131: 1363–1375.

[5] Balkaya C, Yuksel SB, Derinoz O (2012) Soil-structure interaction effects on the fundamental periods of the shear-wall dominant buildings. The Structural Design of Tall and Special Buildings 21(6): 416–430.

[6] Carbonari S, Dezi F, Leoni G (2012) Nonlinear seismic behaviour of wall-frame dual systems accounting for soil structure interaction. Earthquake Engineering & Structural Dynamics 41(12): 1651–1672.

[7] Far H (2019) Dynamic behaviour of unbraced steel frames resting on soft ground. Steel Construction 12(2): 135–140.

[8] Tabatabaiefar HR, Fatahi B, Ghabraie K, et al. (2015) Evaluation of numerical procedures to determine seismic response of structures under influence of soil-structure interaction. Structural Engineering & Mechanics 56(1): 27–47.

[9] Kamal M, Inel M, Cayci BT (2022) Seismic behavior of midrise reinforced concrete adjacent buildings considering soilstructure interaction. Journal of Building Engineering 51: 104296.

[10] Liu ST, Li PZ, Zhang WY, et al. (2020) Experimental study and numerical simulation on dynamic soil-structure interaction under earthquake excitations. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 138: 106333.

[11] Ardebili MAH, Mirzabozorg H (2012) Effects of pulse-like ground motions in seismic performance evaluation of a symmetric arch dam. Soil Mech Found Eng 49(5):192–9.

[12] Bray JD, Rodriguez-Marek A (2004) Characterization of forward-directivity ground motions in the pulse-like region. Soil Dyn Earthq Eng 24(11):815–28.

[13] Davoodi M, Jafari MK, Hadiani N (2013) Seismic response of embankment dams under pulse-like and far-field ground motion excitation. Eng Geol 158:66–76.

[14] Gorai S, Maity D (2019) Seismic response of concrete gravity dams under near field and far field ground motions. Eng Struct 196:16.

[15] Malhotra PK (1999) Response of buildings to near-field pulse-like ground motions. Earthq Eng Struct D 28(11):1309–26.

[16] Mavroeidis GP, Dong G. Papageorgiou AS (2004) Near-fault ground motions, and the response of elastic and inelastic single-degree-of-freedom (SDOF) systems. Earthq Eng Struct D 33(9):1023–49.

[17] Mavroeidis GP, Papageorgiou AS (2003) A mathematical representation of pulse-like ground motions. Bull Seismol Soc Am 93(3):1099–131.

[18] Salvi J, Rizzi E (2017) Optimum earthquake-tuned TMDs: seismic performance and new design concept of balance of split effective modal masses. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 101: 67-80.

[19] Wang LK, Shi WX, Zhou Y (2022) Adaptive-passive tuned mass damper for structural aseismic protection including soil–structure interaction. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 158: 107298.

[20] Araz O (2025) Effect of basic parameters defining principal soil-structure interaction on seismic control of structures equipped with optimum tuned mass damper. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 189:109085.

[21] Araz, O (2021) Optimization of three-element tuned mass damper for single degree of freedom structures under ground acceleration. El-Cezerî Journal of Science and Engineering 8(3):1264-1271.

[22] Araz O (2021) Optimum passive tuned mass damper systems for main structures under harmonic excitation. Journal of Engineering Sciences and Design 9(4):1062-1071.

[23] Araz O, Kahya V (2021) Optimization of non-traditional tuned mass damper for damped structures under harmonic excitation. Bursa Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering 26(3):1021-1034.

[24] Araz O, Cakir T, Ozturk KF, Kaya D (2023) Effect of foundation embedment ratio in suppressing seismic-induced vibrations using optimum tuned mass damper. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 171:107981.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

EFFECT OF PGA/PGV RATİO IN REDUCING DISPLACEMENTS OF STRUCTURES SUBJECTED TO SEISMIC LOADS

Doç. Dr., Onur ARAZ
Gumushane University,
onuraraz29@hotmail.com - 0000-0002-6218-0559

ABSTRACT

The economic damages and loss of life in buildings resulting from earthquakes clearly demonstrate the importance of seismic loads in the design of structures. For this reason, engineers have focused on designing earthquake-resistant structures or developing different control strategies. The control systems are categorized into four groups such as active, passive, semi-active, and hybrid. Passive control systems are more preferred than other systems because they do not require an external energy source and have low maintenance and repair costs. Tuned mass dampers (TMDs) are among the most used devices among passive control systems. TMD consists of a mass, a damping element, and a stiffness. The frequency of TMD is tuned close to the dominant frequency of the structure for effective performance. Therefore, a significant part of the previous studies on TMD has focused on finding the optimum mechanical properties of TMD. To control the seismic response of structures, the TMD is placed at the floor where the largest displacement is obtained, i.e., at the top floor. This study deals with the reduction of displacement responses of structures under the influence of earthquake loads using TMD. For this purpose, 3 different structures and 80 different ground motions are considered in this paper. The optimum mechanical properties of the TMD are obtained using the genetic algorithm (GA). Numerical results show that the PGA/PGV ratio and the number of floors are effective on the control performance of the TMD.

Keywords : Tuned mass damper, vibration control, seismic response.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. INTRODUCTION

The study of the dynamic behavior of structures under the influence of seismic loads and the investigation of the effective parameters on the dynamic behavior of structures are important research topics. Many studies have been presented in the literature on this subject. However, the damages and loss of life that have occurred after the recent severe earthquakes have kept the interest in this subject alive. For this purpose, it is important to design structures in an earthquake-resistant manner and to increase the seismic performance of existing structures. Different strengthening techniques are applied to increase the seismic performance of existing structures. In addition, the seismic performance of the structure is increased with the help of control systems added to the structure.

The characteristics of earthquakes play an important role in the dynamic response of structures and the performance of control systems. Therefore, it is extremely important to take seismic loads into account correctly in the design of structures. Otherwise, irreparable consequences are encountered. For this reason, many researchers have conducted studies on the behavior of different structural systems under the influence of seismic loads. These studies can generally be divided into four different groups.

While examining the dynamic behavior of structures under the influence of seismic loads, a significant majority of researchers assume that the structure is rigidly connected to the ground [1-5]. Therefore, the interaction between the structure and the ground is neglected in dynamic analyses.

In cases where the soil-structure interaction (SSI) is important; changes are observed in the dynamic characteristics of the structures. This situation may cause a decrease or an increase in the dynamic behavior of the structures. Therefore, researchers have investigated the effect of soil-structure interaction on the dynamic behavior of different types of structures [6-12]. In these studies, the numerical results obtained by considering different soil types are compared with the results obtained for the fixed base structure.

In the third group of studies [13-19], the effects of the dynamic characteristics of the structure and the earthquake characteristics on the seismic behavior of the structures are considered. The main characteristics of the ground motion that affect the dynamic behavior of the structures are peak ground motion, peak ground velocity, magnitude, distance to the fault rupture, and fault mechanism, respectively.

The last group of studies focused on reducing vibrations in structures affected by earthquake loads [20-27]. Control systems used to reduce dynamic loads are divided into 4 groups. These are passive, active, semi-active and hybrid. The most widely used system among these systems is passive control systems. The reasons for the widespread use of passive control systems include low maintenance and repair costs, mechanical simplicity and the fact that they do not require any external energy.

In this paper, the effectiveness of TMD in reducing the displacements occurring in structures with different number of floors under the effect of earthquake is investigated. For this purpose, 3 different structures and 80 ground motions are considered. The ground motions considered are divided into three different groups (i.e., low, intermediate, and high frequency content).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2. NUMERICAL EXAMPLE

Figure 1 shows an *N*-story shear building equipped with tuned mass damper (TMD) under the influence of ground motion. The equations of motion of this system are given below. To obtain the dynamic responses of the structure under ground motion in the time domain analysis, Eq. (1) is solved the using the Newmark integration method.

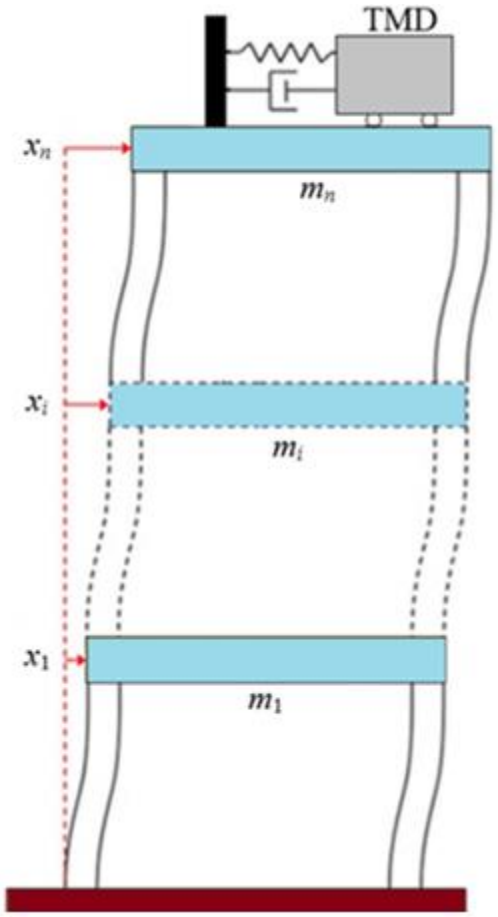


Figure 1. An *N*-story shear building with TMD.

$$\boldsymbol{M}\ddot{\boldsymbol{u}}(t)+\boldsymbol{C}\dot{\boldsymbol{u}}(t)+\boldsymbol{K}\boldsymbol{u}(t)=-\boldsymbol{m}\ddot{\boldsymbol{u}}_g(t) \tag{1}$$

where ***M***, ***C***, and ***K*** are the mass, damping and stiffness matrices of the structure system.

$$\boldsymbol{M}=\begin{bmatrix} m_1 & & & & \\ & m_2 & & & \\ & & \ddots & & \\ & & & m_N & \\ & & & & m_T \end{bmatrix} \tag{2}$$

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$$\boldsymbol{C} = \begin{bmatrix} c_1 + c_2 & -c_2 & & & \\ & c_2 + c_3 & \ddots & & \\ & & & c_n + c_T & -c_T \\ sym & & & & c_T \end{bmatrix} \tag{3}$$

$$\boldsymbol{K} = \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 & & & \\ & k_2 + k_3 & \ddots & & \\ & & & k_n + k_T & -k_T \\ sym & & & & k_T \end{bmatrix} \tag{4}$$

$$\boldsymbol{m} = \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \\ \vdots \\ m_N \\ m_T \end{bmatrix} \tag{5}$$

$$\boldsymbol{u}(t) = \begin{bmatrix} u_1 & u_2 & \dots & u_N & u_T \end{bmatrix}^T \tag{6}$$

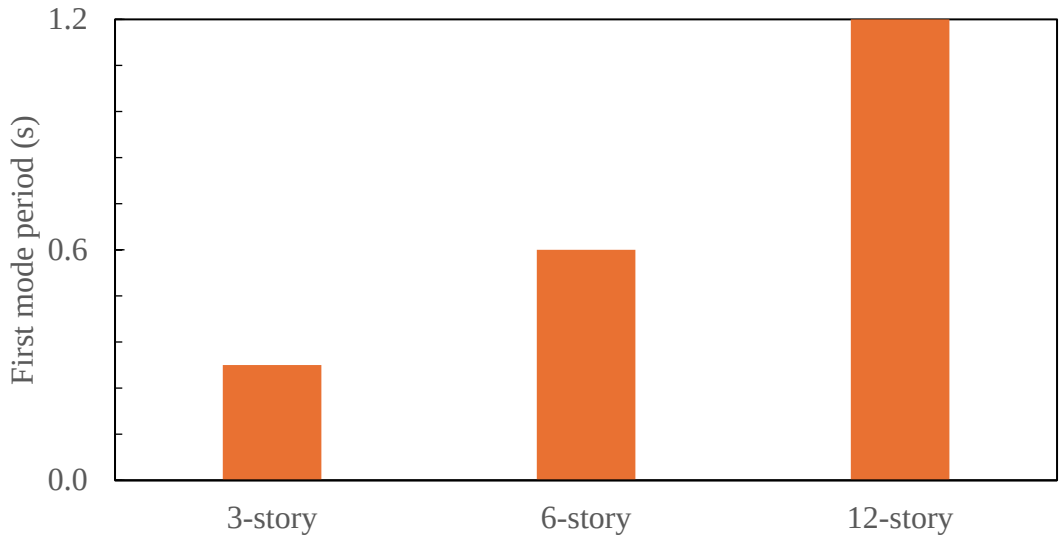


Figure 2. The fundamental period of the buildings.

The period values of the first mode of the structures considered in the study are shown in Figure 2. As can be seen from Figure 2, the dominant period of the building increases as the number of floors increases. In determining the dynamic properties of the structures, the formula T=0.1N is considered. Here, N indicates the number of floors. The floor mass is considered as 150t for each building. Also, the structural damping ratio is 0.05 for all structures.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

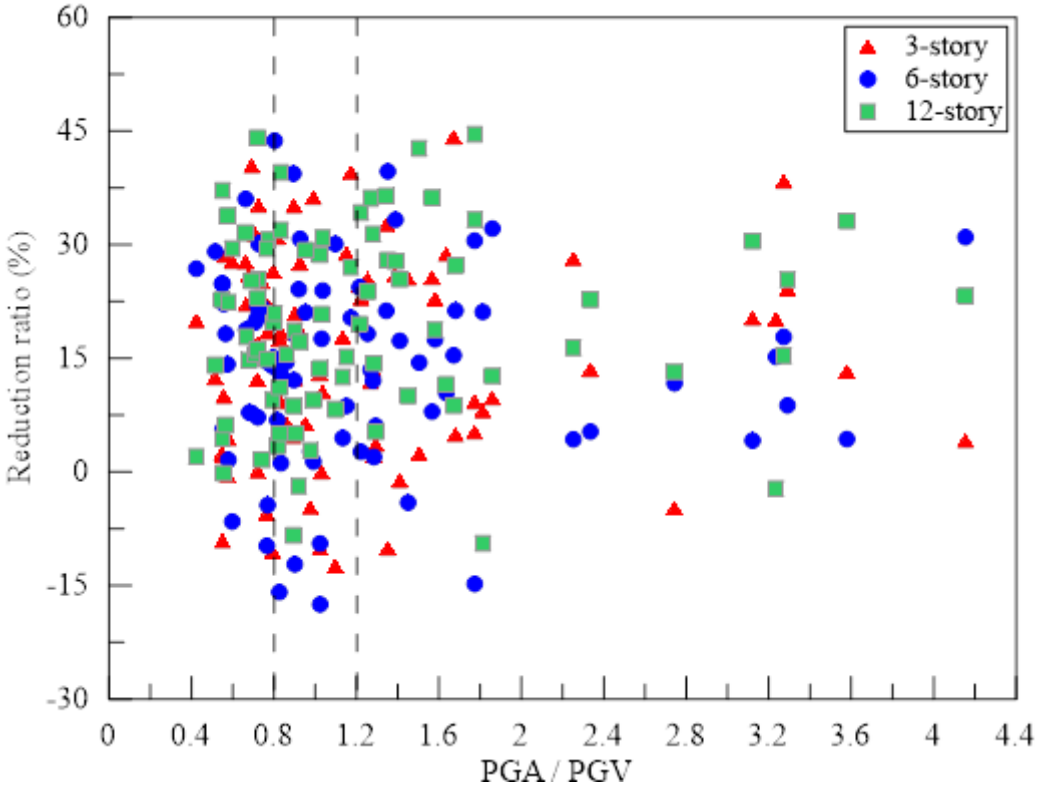


Figure 3. The reduction ratios for the maximum displacement responses.

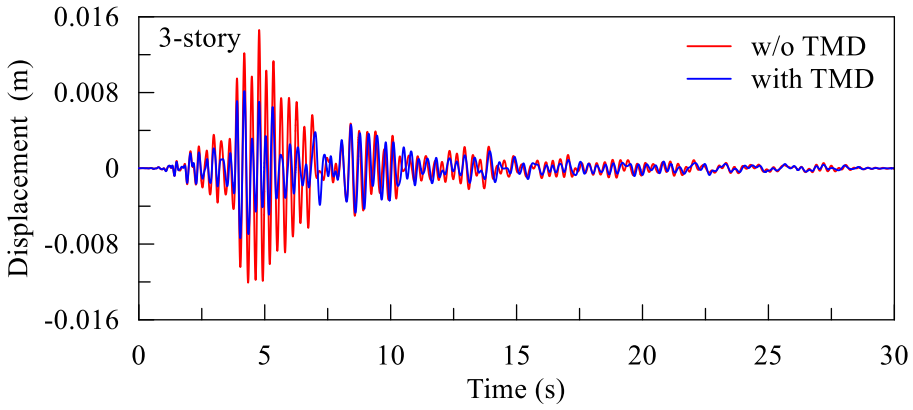


Figure 4. Time history displacement response of the top story of the 3-story building.

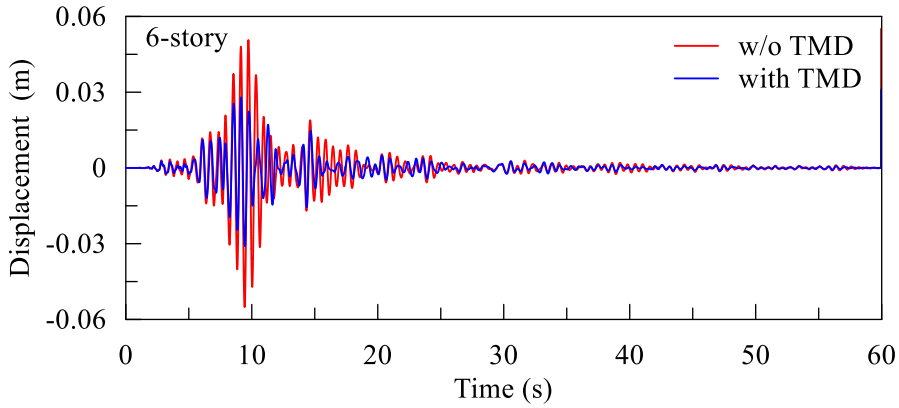


Figure 5. Time history displacement response of the top story of the 6-story building.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

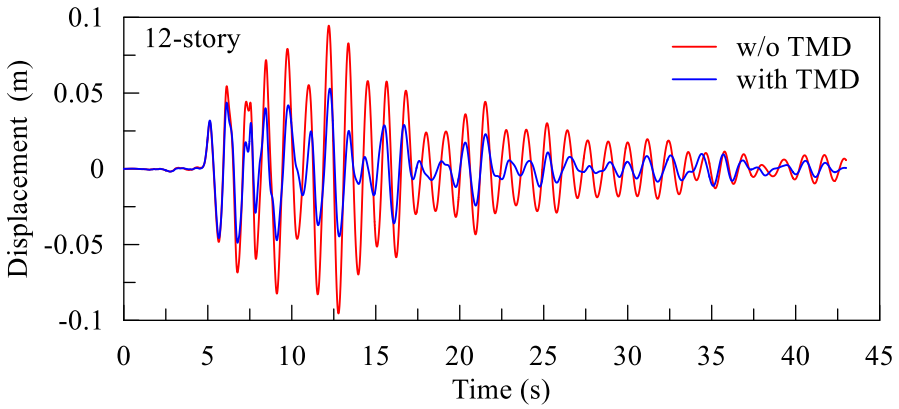


Figure 6. Time history displacement response of the top story of the 12-story building.

Figure 3 shows the reduction rates in maximum displacement responses of the structures under various earthquakes. As can be seen, the PGA/PGV ratio plays an important role in the control performance of the TMD. Therefore, it is seen that the performance of the TMD changes significantly from one ground motion to another. Another important parameter that plays a role in the control performance of the TMD is the number of floors of the structure.

Figures 4-6 show the time history of the displacement of the top floor of the building with and without TMD. As can be seen, TMD is an effective device in reducing the displacements occurring on the top floor of the structure under critical earthquake motion.

3. CONCLUSIONS

The main findings obtained from this study, which aimed to reduce seismic loads by using TMD, are given below.

- The frequency content of the ground motion has an important effect on the effectiveness of the TMD.
- The dynamic properties of the structure have an important effect on the effectiveness of TMD.
- In summary, it has been observed that the number of floors as well as the PGA/PGV ratio have an important effect on the control performance of the TMD.

REFERENCES

[1] Hokmabadi AS, Fatahi B, Samali B (2012) Recording inter storey drifts of structures in time-history approach for seismic design of building frames. Australian Journal of Structural Engineering 13(2): 175–179.

[2] Son H, Park J, Kim H, et al. (2017) Generalized finite element analysis of high-rise wall-frame structural systems. Engineering Computations 34(1): 189–210.

[3] Tabatabaiefar HR, Mansoury B (2016) Detail design, building and commissioning of tall building structural models for experimental shaking table tests. The Structural Design of Tall and Special Buildings 25(8): 357–374.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[4] Robert T, Laure P (2005) Seismic performance of concentrically braced steel frames in multistory buildings with mass irregularity. Journal of Structural Engineering 131: 1363–1375.

[5] Tremblay R, Poncet L (2007) Improving the seismic stability of concentrically braced steel frames. Engineering Journal (ASCE) 2: 103–116.

[6] Balkaya C, Yuksel SB, Derinoz O (2012) Soil-structure interaction effects on the fundamental periods of the shear-wall dominant buildings. The Structural Design of Tall and Special Buildings 21(6): 416–430.

[7] Carbonari S, Dezi F, Leoni G (2012) Nonlinear seismic behaviour of wall-frame dual systems accounting for soil structure interaction. Earthquake Engineering & Structural Dynamics 41(12): 1651–1672.

[8] Far H (2019) Dynamic behaviour of unbraced steel frames resting on soft ground. Steel Construction 12(2): 135–140.

[9] Tabatabaiefar HR, Fatahi B, Ghabraie K, et al. (2015) Evaluation of numerical procedures to determine seismic response of structures under influence of soil-structure interaction. Structural Engineering & Mechanics 56(1): 27–47.

[10] Kamal M, Inel M, Cayci BT (2022) Seismic behavior of midrise reinforced concrete adjacent buildings considering soilstructure interaction. Journal of Building Engineering 51: 104296.

[11] Liu ST, Li PZ, Zhang WY, et al. (2020) Experimental study and numerical simulation on dynamic soil-structure interaction under earthquake excitations. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 138: 106333.

[12] Scarfone R, Morigi M, Conti R (2020) Assessment of dynamic soil-structure interaction effects for tall buildings: a 3D numerical approach. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 128: 105864.

[13] Ardebili MAH, Mirzabozorg H (2012) Effects of pulse-like ground motions in seismic performance evaluation of a symmetric arch dam. Soil Mech Found Eng 49(5):192–9.

[14] Bray JD, Rodriguez-Marek A (2004) Characterization of forward-directivity ground motions in the pulse-like region. Soil Dyn Earthq Eng 24(11):815–28.

[15] Davoodi M, Jafari MK, Hadiani N (2013) Seismic response of embankment dams under pulse-like and far-field ground motion excitation. Eng Geol 158:66–76.

[16] Gorai S, Maity D (2019) Seismic response of concrete gravity dams under near field and far field ground motions. Eng Struct 196:16.

[17] Malhotra PK (1999) Response of buildings to near-field pulse-like ground motions. Earthq Eng Struct D 28(11):1309–26.

[18] Mavroeidis GP, Dong G. Papageorgiou AS (2004) Near-fault ground motions, and the response of elastic and inelastic single-degree-of-freedom (SDOF) systems. Earthq Eng Struct D 33(9):1023–49.

[19] Mavroeidis GP, Papageorgiou AS (2003) A mathematical representation of pulse-like ground motions. Bull Seismol Soc Am 93(3):1099–131.

[20] Salvi J, Rizzi E (2017) Optimum earthquake-tuned TMDs: seismic performance and new design concept of balance of split effective modal masses. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 101: 67-80.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[21] Wang LK, Shi WX, Zhou Y (2022) Adaptive-passive tuned mass damper for structural aseismic protection including soil–structure interaction. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 158: 107298.

[22] Etedali S, Akbari M, Seifi M (2019) MOCS-based optimum design of TMD and FTMD for tall buildings under near-field earthquakes including SSI effects. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 119: 36-50.

[23] Araz O (2025) Effect of basic parameters defining principal soil-structure interaction on seismic control of structures equipped with optimum tuned mass damper. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 189:109085.

[24] Araz, O (2021) Optimization of three-element tuned mass damper for single degree of freedom structures under ground acceleration. El-Cezerî Journal of Science and Engineering 8(3):1264-1271.

[25] Araz O (2021) Optimum passive tuned mass damper systems for main structures under harmonic excitation. Journal of Engineering Sciences and Design 9(4):1062-1071.

[26] Araz O, Kahya V (2021) Optimization of non-traditional tuned mass damper for damped structures under harmonic excitation. Bursa Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering 26(3):1021-1034.

[27] Araz O, Cakir T, Ozturk KF, Kaya D (2023) Effect of foundation embedment ratio in suppressing seismic-induced vibrations using optimum tuned mass damper. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 171:107981.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Avrupa Melezi (*Larix decidua* Mill.) Ahşabında Renk, Parlaklık Ve Beyazlık İndeksi Üzerine Hazırlanmış Karbonat Ve Sirke Bazlı Karışımlarının Etkileri

Doç. Dr. Göksel ULAY[1], Doç. Dr. Ümit AYATA[2]

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Van Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojisi Bölümü, Mobilya Dekorasyon Programı, Van, Türkiye,
g.ulay@yyu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4080-8816,

[2*]Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye,
Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

Özet

Bu araştırmada, Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) ahşabında renk özellikleri, parlaklık değerleri ve beyazlık indeksi değerleri üzerine hazırlanmış karbonat ve sirke (beyaz, alıç ve üzüm) bazlı karışımlarının etkileri belirlenmiştir. 3 farklı türde hazırlanmış olan çözeltilerin ahşaba uygulanması ile L^* ve a^* değerlerinde azalışlar görülürken, b^*, C^* ve h^o değerlerinde artışlar tespit edilmiştir. Buna ek olarak, 85 ve 60 derecelerde her iki yöndeki parlaklık değerlerinde ve bütün WI^* değerlerinde azalışlar görülmüştür. ΔE^* değerleri üzüm sirkesi + karbonat için 6.34, beyaz sirke + karbonat için 5.52 ve alıç sirkesi + karbonat için 6.51 olarak elde edilmiştir. Bütün çözeltiler ile ΔL^* ve Δa^* değerleri negatif ve Δb^* ile ΔC^* değerleri ise pozitif olarak tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan çözeltiler ile ahşap malzemeye ait optik özelliklerinin değiştiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Avrupa melezi, renk, sirke, *Larix decidua* Mill., parlaklık, karbonat

Effects of Carbonate and Vinegar-Based Mixtures on the Color, Gloss, and Whiteness Index of European Larch (*Larix decidua* Mill.) Wood

Abstract

In this study, the effects of carbonate and vinegar (white, hawthorn, and grape) based mixtures on color properties, gloss values, and whiteness index values of European larch (*Larix decidua* Mill.) wood were determined. Application of the solutions prepared with three different types of mixtures to the wood resulted in decreases in L^* and a^* values, while increases were observed in b^*, C^*, and h^o values. Additionally, decreases were noted in gloss values at 85° and 60° in both directions and in all WI^* values. The ΔE^* values were found to be 6.34 for grape vinegar + carbonate, 5.52 for white vinegar + carbonate, and 6.51 for hawthorn vinegar + carbonate. With all the solutions, ΔL^* and Δa^* values were obtained as negative, while Δb^* and ΔC^* values were obtained as positive. The study revealed that the optical properties of the wooden material changed with the solutions used.

Keywords: European larch, color, vinegar, *Larix decidua* Mill., glossiness, carbonate

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. Giriş

Organik ve doğal bir malzeme olan ahşap, çevresel faktörler ve organizmalar tarafından bozulmaya uğrar ve temel bileşenleri açısından malzeme döngüsüne dâhil edilmektedir. Ahşabı suyun yanı sıra kirleticilerin ve dolayısıyla bozulmaların etkilerinden korumak, aynı zamanda ahşaba dekoratif bir görünüm kazandırmak için, ahşap geçmişten itibaren işlenmiştir. Ahşap ve ahşap bazlı malzemelerin yüzey işlemi, ahşap bileşenlerinin değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamaya devam etmektedir (Prieto ve Kiene, 2018). Ahşap, insanların yapı inşa etmeye başladığı dönemden itibaren önemli bir yapı malzemesi olmuştur. İnşaatın yanı sıra, ahşap mobilya, silah, müzik aletleri, ev aletleri ve birçok başka alanda yaygın bir kullanım alanı bulmuştur (Bulian ve Graystone, 2009).

Sirke kelimesi Fransızca vin (şarap) ve aigre (ekşi) kelimelerinden gelir. İlk kayıtlar sirkenin gıda veya gıda koruyucusu dışında birçok kullanımının olduğunu göstermektedir. Dallar ve saplar gibi paketleme malzemelerinden sıvıyı damlatarak sirke yapma fikri 18. yüzyılın başlarına dayanmaktadır ve hem H. Boerhaave hem de Kastner'e atfedilmiştir; 1823'te J.S. Schüzenbach tarafından geliştirilmiştir. Daha sonra, 1949'da ticari kullanım için daldırma kültür işlemi adı verilen başka bir işlem tasarlanmış ve geliştirilmiştir (Nickol, 1979). Sirkeler, birçok hammaddeden (örneğin; elma şarabı, şarap ve sorgum) çeşitli fermantasyon yöntemleriyle üretilmektedir ve organoleptik ve kimyasal özellikleri birçok faktör tarafından belirlenmektedir (Natera ve ark., 2003; Li ve ark., 2015). Sirke üretimi uzun bir gelişme süreci gerektirmektedir. Sirke, temelde iki farklı şekilde hazırlanmaktadır: alkol içeren ürünlerin asetik asit fermantasyonu (yani fermantasyon yöntemi) veya saf konsantre asetik asidin suyla seyreltilmesi (yani esentsionen yöntemi) (Donchev ve ark., 2011; Pashova ve Trichkova-Ablee, 2016).

Karbonat, sodyum bikarbonatın bir miktar asidik olan diğer maddelerle birleştirilmesiyle elde edilmektedir (Halim ve ark., 2023). Karbonatın uzun bir geçmişi olmaktadır ve ticari diş macunlarında kullanılan ilk aşındırıcı maddelerden biri olmuştur. Ayrıca günümüzde mevcut olan en çok işlevli aşındırıcılardan biridir ve çürük önleme, tartar önleyici aktivite, plak azaltma vb. konularda yardımcı olma yeteneğine sahiptir. Buna ek olarak, biyouyumludur (Myneni, 2017).

Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.), hızlı büyümesi ve iyi odun özellikleri nedeniyle önemli bir kereste ağacı türüdür. Avrupa melezi ağaçları birçok arzu edilen özelliğe sahiptir. Oldukça dayanıklıdır ve büyük bir stres toleransı göstermektedir. Soğuk bölgelerde geniş bir alanda yetişirler ve deniz seviyesinden dağlık bölgelere kadar geniş bir yükseklik aralığına yayılırlar. Yaprak döken ağaçlar olarak, her dem yeşil iğne yapraklılara göre hava kirliliğine karşı daha dirençlidirler. Melezler hafif ve ışık talep eden ağaçlardır. Düşük sıcaklıklara dayanıklıdır ve genellikle diğer ağaç türleri için uygun olmayan alanlarda yetişirler (Chalupa, 2004).

Hızla büyüyen, kendini hızla kuran ve toprağın kalitesini de iyileştirdiği söylenen bu ağaç, diğer orman ağaçlarının kurulmasına yardımcı olmak için temizlenmiş ve açık arazilerde öncü tür olarak kullanılabilmektedir. Gövdeye vurularak büyük miktarda reçine elde edilmektedir (Grieve, 1984). Olgun melez kozalakları kahverengi renkte olup, yaklaşık 40 mm uzunluğa ve 20 mm kalınlığa ulaşmaktadır. Kozalaklar, üst kenarı genellikle oval bir profile sahip olan, yukarı doğru daralan geniş pullarla kaplıdır (Aniszewska ve ark., 2017).

Avrupa melezi odununda belirlenen bazı odun özellikleri Çizelge 1'de sunulmaktır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 1. Avrupa melezi odununda belirlenen bazı odun özellikleri

Özellik		Kaynak
Liflere paralel basınç direnci	42.04 N/mm^2	Akpınar, (2012)
Elastikiyet modülü	5297.49 N/mm^2	
Eğilme direnci	82.34 N/mm^2	
En yüksek su miktarı	%154.41	
Hacimsel daralma	%14.38	
Lif doygunluğu noktası	%31.69	
Hacimsel genişleme	%15.83	
Çivi tutma direnci teğet yüzeyde	4.53 N/mm^2	Bal ve ark., (2018)
Elastiklik modülü	10800.00 N/mm^2	Ulusoy ve Peker, (2020)
Eğilme direnci	98.23 N/mm^2	
Isı iletkenlik	0.116 W/m.K	Çavuş ve ark., (2019)

Bu araştırmada, Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) ahşabında renk, parlaklık ve beyazlık indeksi üzerine hazırlanmış karbonat ve sirke (beyaz, alıç ve üzüm) bazlı karışımlarının etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) odunu 100 mm x 100 mm x 15 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Daha sonra iklimlendirme uygulamaları yapılmıştır (ISO 554, 1976).
Karbonat ve farklı 3 tür sirke [beyaz (100 ml için tuz: 0.2, karbonhidrat: 0.1), üzüm (sodyum metabisülfit katkılı) ve alıç (doymuş şeker %0.17, karbonhidrat %1, yağ %0.05, tuz %0.07, doymuş yağ %0.02 ve protein %0.30)] kimyasalları bu çalışmada kullanılmıştır.

2.2. Metot

3 farklı türde hazırlanan çözeltiler [50 mlt sirkesi + 5 gr karbonat] bir fırça yardımıyla ahşap malzeme yüzeylerine tek kat olarak uygulanmıştır.
Renk değişimleri, CS-10 cihazı kullanılarak ölçülmüştür (ASTM D 2244-3, 2007) [ışıklılık (L^*), kırmızı (a^*) renk tonu, sarı (b^*) renk tonu, kroma (C^*) ve ton (h^o) açısı]. ΔC^*: kroma kısmı veya doygunluk farkı ve ΔH^*: ton bölümü veya gölge farkı olarak tanımlanmıştır (Lange, 1999).

Çizelge 2. Δa^*, ΔL^*, Δb^* ve ΔC^* için açıklamalar (Lange, 1999) ve ΔE^* için kriterler (DIN 5033, 1979)

Parametre (Lange, 1999) ►	Pozitif durumda	Negatif durumda
ΔL^*	Referanstan daha açık	Referanstan daha koyu
Δa^*	Referanstan daha kırmızı	Referanstan daha yeşil
Δb^*	Referanstan daha sarı	Referanstan daha mavi
ΔC^*	Referanstan daha net, daha parlak	Mat, referanstan daha bulanık

ΔE^* (DIN 5033, 1979) ►	Görsel fark
<0.20	Algılanamaz
0.20 ila 0.50	Çok zayıf
0.50 ila 1.50	Zayıf
1.50 ila 3.00	Belirgin
3.00 ila 6.00	Çok belirgin
6.00 ila 12.00	Güçlü
> 12.00	Çok güçlü

Aşağıdaki formüller ile toplam renk farklılıkları belirlenmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$
$$h^o = \arctan(b^*/a^*) \quad (2)$$
$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş}} - C^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (3)$$
$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş}} - a^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (4)$$
$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş}} - L^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (5)$$
$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem görmüş}} - b^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (6)$$
$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$
$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

Whiteness Meter BDY-1 cihazı ile beyazlık indeksi (*WI**) değerleri (ASTM E313-15e1, 2015) ve ETB-0833 model gloss meter cihazı ile parlaklık değerleri (ISO 2813, 1994) ölçülmüştür. Homojenlik grupları, maksimum ile minimum değerleri, ortalamalar, varyans analizleri, standart sapmaları ve % değişim oranları bir istatistik programı ile belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Bütün testler üzerinde çözelti türü anlamlı olarak elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Varyans analizi sonuçları (çözelti türü faktörüne göre, *: anlamlı)

Test	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	α≤0.05
L*	213.865	3	71.288	118.577	0.000*
a*	44.445	3	14.815	294.464	0.000*
b*	42.452	3	14.151	121.553	0.000*
C*	19.694	3	6.565	49.552	0.000*
***h*^o**	327.202	3	109.067	666.645	0.000*
⊥20° parlaklık	0.068	3	0.023	35.449	0.000*
⊥60° parlaklık	1.401	3	0.467	59.742	0.000*
⊥85° parlaklık	0.297	3	0.099	15.773	0.000*
∥20° parlaklık	0.123	3	0.041	14.275	0.000*
∥60° parlaklık	2.906	3	0.969	137.901	0.000*
∥85° parlaklık	2.945	3	0.982	60.820	0.000*
***WI** (⊥)**	32.872	3	10.957	40.440	0.000*
***WI** (∥)**	122.950	3	40.983	329.027	0.000*

Renk parametrelerine ait sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. *L** parametresinde uygulanan 3 farklı çözelti ile azalışlar (üzüm sirkesi + karbonat: %7.49, beyaz sirke + karbonat: %6.27 ve alıç sirkesi + karbonat: %8.74) bulunmuştur. *L** testinde en yüksek sonuç kontrol deney örneklerinde (68.85) elde edilmiştir. *a** parametresinde uygulanan 3 farklı çözelti sayesinde azalışlar (üzüm sirkesi + karbonat: %23.61, beyaz sirke + karbonat: %29.70 ve alıç sirkesi + karbonat: %17.73) tespit edilmiştir. En yüksek *a** değeri için sonuç kontrol örneklerinde (9.53) bulunmuştur. *b** parametresinde uygulanan 3 farklı çözelti tarafından artışlar (üzüm sirkesi + karbonat: %12.42, beyaz sirke + karbonat: %8.32 ve alıç sirkesi + karbonat: %7.64) tespit edilmiştir. En düşük *b** değeri için sonuç kontrol örneklerinde (23.43) görülmüştür. *C** parametresinde uygulanan hazırlanmış 3 farklı türdeki çözeltiler ile artışlar (üzüm sirkesi + karbonat: %7.98, beyaz sirke + karbonat: %3.75 ve alıç sirkesi + karbonat: %4.39) belirlenmiştir. En düşük *C** parametresi için sonuç kontrol örneklerinde (25.30) tespit edilmiştir. h^o değerinde uygulanan hazırlanmış 3 farklı türdeki çözeltiler ile artışlar (üzüm sirkesi + karbonat: %9.84, beyaz sirke + karbonat: %10.83 ve alıç sirkesi + karbonat: %7.16) tespit edilmiştir. En düşük h^o değeri için sonuç kontrol grubuna ait örneklerde (67.87) bulunmuştur (Çizelge 4).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Parlaklık değerlerine ait sonuçlar Çizelge 5'de gösterilmiştir. 20 derecede dik yöndeki parlaklık değeri için beyaz sirke + karbonat karışımına sahip uygulama hariç diğer bütün yünlerde ve derecelerdeki parlaklık değerlerinde azalışlar bulunmuştur. Bütün parlaklık değerlerinde en yüksek sonuçlar kontrol örneklerinde elde edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Renk parametrelerine ait sonuçları

Test	Kimyasal Türü	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Minimum	Maksimum	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
L*	**Kontrol**	68.85	-	A*	68.10	69.35	0.42	0.61
	Üzüm sirkesi + karbonat	63.69	↓7.49	C	62.50	64.37	0.67	1.05
	Beyaz sirke + karbonat	64.53	↓6.27	B	63.45	65.24	0.61	0.95
	Alıç sirkesi + karbonat	62.83	↓8.74	D**	61.20	64.00	1.16	1.85
C*	**Kontrol**	25.30	-	C**	24.82	25.89	0.37	1.45
	Üzüm sirkesi + karbonat	27.32	↑7.98	A*	26.70	27.68	0.34	1.23
	Beyaz sirke + karbonat	26.25	↑3.75	B	25.62	26.75	0.37	1.39
	Alıç sirkesi + karbonat	26.41	↑4.39	B	26.03	27.08	0.37	1.38
b*	**Kontrol**	23.43	-	C**	22.95	24.00	0.37	1.57
	Üzüm sirkesi + karbonat	26.34	↑12.42	A*	25.75	26.70	0.31	1.18
	Beyaz sirke + karbonat	25.38	↑8.32	B	24.75	25.82	0.34	1.34
	Alıç sirkesi + karbonat	25.22	↑7.64	B	24.75	25.71	0.33	1.30
a*	**Kontrol**	9.53	-	A*	9.30	9.72	0.13	1.39
	Üzüm sirkesi + karbonat	7.28	↓23.61	C	6.95	7.45	0.18	2.52
	Beyaz sirke + karbonat	6.70	↓29.70	D**	6.39	6.99	0.21	3.14
	Alıç sirkesi + karbonat	7.84	↓17.73	B	7.35	8.52	0.32	4.11
***h*°**	**Kontrol**	67.87	-	D**	67.50	68.30	0.30	0.45
	Üzüm sirkesi + karbonat	74.55	↑9.84	B	74.19	75.07	0.25	0.33
	Beyaz sirke + karbonat	75.22	↑10.83	A*	74.69	75.65	0.35	0.47
	Alıç sirkesi + karbonat	72.73	↑7.16	C	71.65	73.62	0.60	0.83
***: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç, Ölçüm Sayısı: 10**								

Çizelge 5. Parlaklık testlerine ait sonuçları

Test	Kimyasal Türü	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Minimum	Maksimum	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
∥20°	**Kontrol**	0.50	-	A*	0.50	0.50	0.00	0.00
	Üzüm sirkesi + karbonat	0.42	↓16.00	B	0.30	0.50	0.08	18.78
	Beyaz sirke + karbonat	0.36	↓28.00	C**	0.30	0.40	0.05	14.34
	Alıç sirkesi + karbonat	0.37	↓26.00	C	0.30	0.40	0.05	13.06
∥60°	**Kontrol**	2.60	-	A*	2.50	2.70	0.07	2.56
	Üzüm sirkesi + karbonat	1.98	↓23.85	BC	1.90	2.20	0.12	6.21
	Beyaz sirke + karbonat	2.02	↓22.31	B	1.90	2.10	0.08	3.91
	Alıç sirkesi + karbonat	1.93	↓25.77	C**	1.90	2.00	0.05	2.50
∥85°	**Kontrol**	0.88	-	A*	0.70	1.10	0.14	15.89
	Üzüm sirkesi + karbonat	0.18	↓79.55	C**	0.10	0.40	0.12	68.29
	Beyaz sirke + karbonat	0.52	↓40.91	B	0.30	0.60	0.12	23.64
	Alıç sirkesi + karbonat	0.24	↓72.73	C	0.10	0.40	0.12	48.91
⊥20°	**Kontrol**	0.40	-	A*	0.40	0.40	0.00	0.00
	Üzüm sirkesi + karbonat	0.35	↓12.50	B	0.30	0.40	0.05	15.06
	Beyaz sirke + karbonat	0.40	0.00	A*	0.40	0.40	0.00	0.00
	Alıç sirkesi + karbonat	0.30	↓25.00	C**	0.30	0.30	0.00	0.00
⊥60°	**Kontrol**	1.73	-	A*	1.70	1.80	0.05	2.79
	Üzüm sirkesi + karbonat	1.29	↓25.43	C	1.20	1.40	0.09	6.79
	Beyaz sirke + karbonat	1.53	↓11.56	B	1.40	1.60	0.08	5.38
	Alıç sirkesi + karbonat	1.28	↓26.01	C**	1.20	1.50	0.12	9.60
⊥85°	**Kontrol**	0.30	-	A*	0.10	0.50	0.16	52.12
	Üzüm sirkesi + karbonat	0.10	↓66.67	B**	0.10	0.10	0.00	0.00

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

	Beyaz sirke + karbonat	0.10	↓66.67	B**	0.10	0.10	0.00	0.00
	Alıç sirkesi + karbonat	0.10	↓66.67	B**	0.10	0.10	0.00	0.00
***: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç, Ölçüm Sayısı: 10**								

Beyazlık indeksi (*WI**) değerlerine ait sonuçlar Çizelge 6'da sunulmuştur. Bütün yönlerdeki *WI** değerlerinde azalışlar elde edilmiştir. *WI** değerlerinde en yüksek sonuçlar kontrol deney grubu örneklerde (⊥: 20.10 ve ‖: 18.64) tespit edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Beyazlık indeksi (*WI**) testlerine ait sonuçları

Test	Kimyasal Türü	Orta-lama	Değişim (%)	Homo-jenlik Grubu	Mini-mum	Maksi-mum	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
WI* ‖	**Kontrol**	18.64	-	A*	18.20	19.20	0.48	2.59
	Üzüm sirkesi + karbonat	14.78	↓20.71	C	14.40	15.10	0.33	2.23
	Beyaz sirke + karbonat	16.14	↓13.41	B	15.70	16.40	0.25	1.58
	Alıç sirkesi + karbonat	13.98	↓25.00	D**	13.50	14.40	0.31	2.21
WI* ⊥	**Kontrol**	20.10	-	A*	19.50	21.20	0.61	3.02
	Üzüm sirkesi + karbonat	17.58	↓12.54	C**	16.60	18.10	0.54	3.09
	Beyaz sirke + karbonat	19.34	↓3.78	B	18.90	19.90	0.48	2.50
	Alıç sirkesi + karbonat	19.06	↓5.17	B	18.40	19.50	0.44	2.28
***: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç, Ölçüm Sayısı: 10**								

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar Çizelge 7'de sunulmaktadır. Δ*E** değerleri üzüm sirkesi + karbonat için 6.34, beyaz sirke + karbonat için 5.52 ve alıç sirkesi + karbonat için 6.51 olarak bulunmuştur. Hazırlanmış olan bütün çözeltiler ile Δ*L** (referanstan daha koyu) ve Δ*a** (referanstan daha yeşil) değerleri negatif ve Δ*b** (referanstan daha sarı) ile Δ*C** (referanstan daha net, daha parlak) değerleri ise pozitif olarak elde edilmiştir. Renk değiştirme kriteri (DIN 5033, 1979) ile kıyaslama yapıldığında üzüm sirkesi + karbonat ve alıç sirkesi + karbonat çözeltiler ile "güçlü (6.00 ila 12.00)" kriterinin tespit edildiği belirlenirken, beyaz sirke + karbonat çözeltisi ile "çok belirgin (3.00 ila 6.00)" kriterinin elde edildiği görülmüştür (Çizelge 7)

Çizelge 7. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Çözelti Türü	Δ*a**	Δ*L**	Δ*b**	Δ*H**	Δ*C**	Δ*E**	Renk değiştirme kriteri (DIN 5033, 1979)
Üzüm sirkesi + karbonat	-2.25	-5.17	2.90	3.06	2.03	6.34	Güçlü (6.00 ila 12.00)
Beyaz sirke + karbonat	-2.83	-4.32	1.94	3.30	0.95	5.52	Çok belirgin (3.00 ila 6.00)
Alıç sirkesi + karbonat	-1.69	-6.02	1.78	2.19	1.11	6.51	Güçlü (6.00 ila 12.00)

4. Sonuçlar ve Öneriler

Çalışmada renk değiştirme amaçlı kullanılan çözeltiler ile ahşap malzemeye ait optik özelliklerinin değiştiği belirlenmiştir. Çözeltiler tarafından değiştirilen örnekler üzerinde farklı vernik türlerinin uygulanması ve yaşlandırma testlerinin yapılması önerilmektedir.

Kaynaklar

Akpınar, E., (2012). Trabzon-Maçka yöresinde yetiştirilmiş Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine gövde yüksekliğinin etkisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Aniszewska, M., Stadnik, S., and Gendek, A., (2017). Variability of cones and scale surface area of European larch (*Larix decidua* Mill.). Forest Research Papers, 78(3): 198-209. DOI: 10.1515/frp-2017-0022.

ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
ASTM E313-15e1, (2015). Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
Bal, B.C., Ayata, Ü., Çavuş, V., ve Efe, F.T., (2018). Dişbudak, doğu kayını, göknar ve Avrupa melezi ağaç türlerinde çivi tutma direncinin belirlenmesi, 5. Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları Kongresi, Bildiri Tam Metin Kitabı, 02-03 Kasım, Antalya, Türkiye, 1(1): 397-406.
Bulian, F., and Graystone, J., (2009). Wood coatings: Theory and practice. Elsevier. ISBN: 9780444528407.
Chalupa, V., (2004). In vitro propagation of European larch (*Larix decidua* Mill.), Journal of Forest Science, 50(12): 553-558.
Çavuş, V., Şahin, S., Esteves, B., and Ayata, Ü., (2019). Determination of thermal conductivity properties in some wood species obtained from Turkey, Bioresources, 14(3): 6709-6715. DOI: 10.15376/biores.14.3.6709-6715.
DIN 5033, (1979). Deutsche Normen, Farbmessung, Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
Donchev, H., Zlateva, D., and Pashova, S., (2011) Commodity science of foods, part two, Varna, University of Economics (Textbook), p. 351.
Grieve, (1984). A Modern Herbal. Penguin. ISBN: 0-14-046-440-9.
Halim, A., Jamaluddin, N., Sallehuddin, S.A., Fadzil, M.A., Norhayati, A.G., and Suryanita, R., (2023). Study on the effect of baking soda on workability, water absorption and compressive strength of concrete, International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology, 14(5): 349-354. DOI: 10.30880/ijscet.2023.14.05.028.
ISO 2813, (1994). Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
Li, S., Li, P., Feng, F., and Luo, L.X., (2015). Microbial diversity and their roles in the vinegar fermentation process, Applied Microbiology and Biotechnology, 99: 4997-5024. DOI: 10.1007/s00253-015-6659-1.
Myneni, S.R., (2017). Effect of baking soda in dentifrices on plaque removal, The Journal of the American Dental Association, 148(11): S4-S9. DOI: 10.1016/j.adaj.2017.09.004.
Natera, R., Castro, R., de Valme García-Moreno, M., Hernández, M.J., and García-Barroso, C., (2003). Chemometric studies of vinegars from different raw materials and processes of production, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(11): 3345-3351. DOI: 10.1021/jf021180u.
Nickol, G.B., (1979). Vinegar, Microbial Technology, 155-172. DOI: 10.1016/B978-0-12-551502-3.50011-6.
Pashova, S., and Trichkova-Ablee, M., (2016). A comporative study on quality of vinegar and acid products available commercially, 20th IGWT Symposium, Commodity Science In A Changing World, September 12-16th, 2016, University of Economics, Varna, Bulgaria, 23(1): 1-9.
Prieto, J., and Kiene, J., (2018). Wood coatings. European Coatings, Hanover: Vincentz Network 2018, European Coating Library, ISBN: 3-86630-673-8.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Ulusoy, H., ve Peker, H., (2020). Larex (*Larix decidua* Mill.) odununda modern/klasik yangın geciktiricilerin bazı teknolojik özellikler üzerine etkileri, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (Special Issue), 194-198.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

İpê (*Tabebuia serratifolia* (Vahl)) Odununda Farklı Ahşap Ağartıcı Kimyasallarının Uygulanması

Doç. Dr. Göksel ULAY[1], Doç. Dr. Ümit AYATA[2]

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Van Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojisi Bölümü, Mobilya Dekorasyon Programı, Van, Türkiye,
g.ulay@yyu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4080-8816,

[2*]Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye,
Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

Özet

İpê ağacına ait ahşabı, yurt dışında iç ve dış mekân parke üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. İpê (*Tabebuia serratifolia* (Vahl)) odununda farklı ahşap ağartıcı kimyasallarının [$C_2H_2O_4$ ve H_2O_2 + NaOH] uygulanması sonrasında renk parametreleri [sarı (*b**) renk tonu, kroma (*C**), ışıklılık (*L**), kırmızı (*a**) renk tonu, ton (h^o) açısı değeri], parlaklık değerleri ve beyazlık indeksi (*WI**) değerleri incelenmiştir. Sonuçlara göre, yapılan ağartma işlemleri ile tek ve çift bileşenli kimyasallar, ağartılmamış deney örneğine kıyasla farklı etki durumları göstermiştir. h^o ve *L** değerlerinde tek bileşenli ağartıcı ile azalışlar görülürken, çift bileşenli ağartıcı ile de artışlar elde edilmiştir. Her iki ağartma kimyasalları ile *a**, *b** ve *C** değerlerinde artışlar bulunmuştur. Δ*E** değerleri tek bileşenli ile 3.92 ve çift bileşenli ile 3.60 olarak bulunmuştur. *WI**⊥ değerleri ile 60 ve 85 derecelerde her iki yöndeki parlaklık değerleri yapılan ağartma uygulamaları ile azalmıştır.

Anahtar kelimeler: İpê, *Tabebuia serratifolia*, ağartma, renk, beyazlık indeksi, parlaklık

Application of Different Wood Bleaching Chemicals on Ipê (*Tabebuia serratifolia* (Vahl)) Wood

Abstract

The wood of the ipê tree is widely used abroad for the production of indoor and outdoor flooring. In this study, the effects of different wood bleaching chemicals [$C_2H_2O_4$) and H_2O_2 + NaOH] on the color parameters [yellow (*b**), chroma (*C**), lightness (*L**), red (*a**), tone (h^o) angle], glossiness values, and whiteness index (*WI**) of ipê wood (*Tabebuia serratifolia* (Vahl)) were investigated. The results showed that bleaching treatments with single- and double-component chemicals had varying effects compared to the unbleached control samples. While decreases in h^o and *L** values were observed with the single-component bleach, increases were achieved with the double-component bleach. Both bleaching chemicals caused increases in *a**, *b**, and *C** values. The Δ*E** values were found to be 3.92 with the single-component bleach and 3.60 with the double-component bleach. The *WI**⊥ values and gloss values at 60° and 85° angles in both directions decreased as a result of the bleaching treatments.

Keywords: Ipê, *Tabebuia serratifolia*, bleaching, color, whiteness index, glossiness

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. Giriş

Ahşap, %40-50 selüloz ve %20-30 lignin içerir, ancak hamur yapımında kullanılan ham madde olarak bilinen çam ağacı/yumuşak ağaç/otlar gibi farklı türler arasında değişen bir aralığa sahiptir. Ahşap hücrelere traheitler denir ve bunlar 2-3 mm uzunluğunda, 30-50 µm çapındadır (Adusumalli ve ark., 2014).

Ahşabın ağartılması, ahşabın beyazlaşmasını sağlamak için kromoforik grupları ve oksokrom grubunu kıran, ahşabın yüzeyinde oksijenli ve indirgenmiş reaksiyona sahip kimyasal maddelerin kullanılmasıdır (Hemmasi, 2017).

Literatürde farklı ağaç türleri üzerinde ağartma uygulamalarının yapıldığı bildirilmiştir (örneğin: Möttönen ve ark., 2003; Mononen ve ark., 2005). Ama literatürde *Tabebuia serratifolia* ağaç türüne ait herhangi bir ağartma uygulama işleminin yapılmadığı belirlenmiştir. Bu ağaç türü hakkında bazı önemli bilgiler aşağıda verilmiştir;

Yoğun, çürümeye dayanıklı odunları nedeniyle değer verilen *Tabebuia impetiginosa* ve *Tabebuia serratifolia* (yerel adı = ipê), en değerli Amazon keresteleri arasında bulunmaktadır (Schulze ve ark., 2008).

İtalya'da *Tabebuia serratifolia*, ahşap döşeme için en yaygın kullanılan türlerden biridir. Hava koşullarına dayanıklılığı ve dayanıklılığı, onu dış mekân uygulamaları için uygun hale getirir. İyi teknolojik özelliklerinin yanı sıra, estetik özellikler de önemlidir. Burada, renk, tüketicinin takdir derecesini belirlediği için temel bir hususdur. Renk parametreleri, yalnızca satın alma anında değil, aynı zamanda ahşap yaşlandıkça da tüketici tarafından renklendirilmesi kabul edilen bir ürün ortaya koyması gereken sektör için büyük bir zorluk oluşturmaktadır. Yine de, renk ölçülmesi zor bir özelliktir. Ayrıca tür, ahşap menşei, kullanılan ahşabın ağaç içindeki tam konumu ve muhtemelen zararlı olan, yıllar içinde ahşaptaki ve ayakta duran ağaçlardaki abiyotik ve biyotik faktörlerin etkileri açısından da önemli ölçüde değişir (Romagnoli ve ark., 2013).

Tabebuia serratifolia (Vahl) Nicholson Gomes ex DC. (Brezilya "ipês-amarelos"larından biri) türü, Bignoniaceae'nin bir ağaç türüdür. Normalde kentsel ağaçlandırmada kullanılır ve Bolivya, Peru, Ekvador, Kolombiya, Trinidad ve Tobago, Fransız Guyanası Francesa, Surinam, Guyana, Venezuela ve Brezilya'nın hemen hemen her yerinde bulunabilir. Ayrıca, bozulmuş alanların iyileştirilmesi ve tıbbi amaçlarla yapılan çalışmalar için de endikedir (Rodrigues ve ark., 2004; Awale ve ark., 2005; Carvalho ve ark., 2008).

Doğal ortamında 30 metreye kadar boylanabilen bu ağaç, Florida'da 8-12 metre arasında bir yüksekliğe ulaşmaktadır. Parlak yeşil yaprakları palmat bileşik yapıdadır ve 3-5 yaprakçıktan oluşmaktadır. Orta yaprakçık, en büyük olanıdır ve uzunluğu 15-25 cm arasındadır. Pürüzsüz kabuğu grimsi bej renktedir ve karakteristik sarı, trompet şeklindeki çiçekler, açık dallarda kümeler halinde yer almaktadır. Florida'da bu çiçekler geç kıştan erken ilkbahara kadar açmaktadır. Tohumlar ise 25 cm uzunluğunda fasulye benzeri kapsüller şeklindedir (Andreu ve ark., 2012).

Handroanthus/*Tabebuia* cinsinin türleri Orta ve Güney Amerika'nın yağmur ormanlarına özgüdür. Mükemmel mekanik ve dayanıklılık özellikleri nedeniyle bu ağaçlar iç ve dış mekân parke üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Güney Amerika'da yaygın olarak "ipê-amarelo" (*Handroanthus serratifolius* (Vahl.) Grose, diğer adıyla *Tabebuia avellanedae* (Lor., ex-Griseb.), *Tabebuia rosea* (Bertol.)) ve diğer adıyla *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nichols) veya "ipê-roxo" (*Handroanthus impetiginosus*, (Mart. ex. DC) Mattos olarak bilinen, Bignoniaceae familyasına ait olan bu türler halk hekimliğinde farmakolojik olarak aktif bileşiklerin kaynakları olarak da yaygın olarak kullanılmakta olunup, bu açıdan yoğun bir

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

şekilde araştırılmıştır. Bu bileşikler arasında özellikle flavonoidler, antrakinonlar, naftokinonlar, furan-naftokinonlar ve karboksilik asitler olarak öne çıktığı bildirilmiştir (Burnett ve Thomson, 1967; 1968; Thomson, 1987; Girard ve ark., 1988; Harborne, 1998; Gonçalves ve ark., 2003; Segoloni ve Di Maria, 2018).
İpê odununda; radyal daralma %6.60, teğet daralma %8.00, hacimsel daralma %13.20, özgül ağırlık 0.85-0.97 g/cm^3 (Chudnoff, 1984) ve ekstraktif madde %13.02 (Almeida, 2013) olarak bulunmuştur.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

İpê (*Tabebuia serratifolia* (Vahl)) odunu 100 mm x 100 mm x 20 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Daha sonra iklimlendirme işlemleri yapılmıştır (ISO 554, 1976).
Araştırmada, ağartma işlemleri için oksalik asit $C_2H_2O_4$ ve hidrojen peroksit (H_2O_2) + sodyum hidroksit (NaOH) (2:1 oranında) kimyasalları kullanılmıştır.

2.2. Metot

Ahşap malzeme yüzeylerine sürme tekniği ile bu kimyasallar tek kat olarak bir sünger vasıtasıyla uygulanmıştır.
Parlaklık testleri, ETB-0833 model gloss meter cihazında yapılmıştır (ISO 2813, 1994). Whiteness Meter BDY-1 cihazı ile beyazlık indeksi (*WI**) değerleri ölçülmüştür (ASTM E313-15e1, 2015). CS-10 cihazı kullanılarak numunelerin renk değişimleri elde edilmiştir (ASTM D 2244-3, 2007). Δ*E** için kriterler (DIN 5033, 1979) Çizelge 1'de gösterilmektedir.

Çizelge 1. Δ*E** için kriterler (DIN 5033, 1979)

Δ*E**	**Görsel fark**
<0.2	Algılanamaz
0.2 ila 0.5	Çok zayıf
0.5 ila 1.5	Zayıf
1.5 ila 3.0	Belirgin
3.0 ila 6.0	Çok belirgin
6.0 ila 12.0	Güçlü
> 12.0	Çok güçlü

Toplam renk farklılıkları aşağıdaki formüller ile belirlenmiştir.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$
$$h^o = \arctan(b^*/a^*) \quad (2)$$
$$\Delta C^* = (C^*_{\text{ağartma işlemi görmüş}} - C^*_{\text{ağartma işlemi görmemiş}}) \quad (3)$$
$$\Delta a^* = (a^*_{\text{ağartma işlemi görmüş}} - a^*_{\text{ağartma işlemi görmemiş}}) \quad (4)$$
$$\Delta L^* = (L^*_{\text{ağartma işlemi görmüş}} - L^*_{\text{ağartma işlemi görmemiş}}) \quad (5)$$
$$\Delta b^* = (b^*_{\text{ağartma işlemi görmüş}} - b^*_{\text{ağartma işlemi görmemiş}}) \quad (6)$$
$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$
$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

Δ*H**, Δ*C**, Δ*a**, Δ*b** ve Δ*L** için önemli bilgiler aşağıda verilmiştir (Lange, 1999):
Δ*L**: Pozitif örnek referansa göre daha açık ve negatif örnek referansa göre daha koyu,
Δ*C**: Kroma kısmı veya doygunluk farkı, pozitif numune referansa göre daha net, daha parlak, negatif örnek mat, referansa göre daha bulanık,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Δb^*: Pozitif numune referansa göre daha sarı ve negatif numune referansa göre daha mavi,
ΔH^*: Ton bölümü veya gölge farkı,
Δa^*: Pozitif örnek referansa göre daha kırmızı ve negatif örnek referansa göre daha yeşil,

Homojenlik grupları, maksimum ile minimum değerleri, ortalamalar, varyans analizleri, standart sapmaları ve % değişim oranları bir istatistik programı ile belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Çizelge 2'de sunulan toplam renk farklılıklarına ait sonuçlara bakıldığında, ΔE^* değerleri tek bileşenli ile 3.92 ve çift bileşenli ile 3.60 olarak elde edilmiştir. Δa^*, Δb^*, ΔC^* değerleri pozitif olarak her iki ağartma uygulaması ile tespit edilmiştir (sırası ile referansa kıyasla daha kırmızı, referansa kıyasla daha sarı ve referansa kıyasla daha net, daha parlak) (Çizelge 2).
Renk kriteri (DIN 5033, 1979) için sonuçlar karşılaştırıldığında ise her iki ağartma türü ile "çok belirgin (3.0 ila 6.0)" sonucu bulunmuştur. ΔL^* ise tek bileşenli ile negatif (referansa kıyasla daha koyu) ve çift bileşenli ile pozitif (referansa kıyasla daha açık) olarak belirlenmiştir. ΔH^* değerleri tek bileşenli ile 0.31 ve çift bileşenli ile 0.18 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Kimyasal Türü	ΔL^*	ΔH^*	ΔC^*	Δb^*	Δa^*	ΔE^*	Renk kriteri (DIN 5033, 1979)
Tek Bileşenli	-3.77	0.31	1.03	0.75	0.77	3.92	Çok belirgin (3.0 ila 6.0)
Çift Bileşenli	2.36	0.18	2.71	2.53	0.99	3.60	

Çizelge 3'de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, h^o değeri ile $\perp$ ve $\parallel 20^o$'de parlaklık değerleri için kimyasal türü anlamsız olarak bulunurken, diğer bütün testler üzerinde anlamlı elde edildikleri görülmektedir.

Çizelge 3. Varyans analizi sonuçları

Test	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
$\parallel 20^o$ parlaklık	2	0.003	0.001	2.250	0.125
$\parallel 60^o$ parlaklık	2	5.539	2.769	179.740	0.000*
$\parallel 85^o$ parlaklık	2	298.515	149.257	8395.725	0.000*
$\perp 20^o$ parlaklık	2	0.000	0.000		
$\perp 60^o$ parlaklık	2	6.482	3.241	132.586	0.000*
$\perp 85^o$ parlaklık	2	47.203	23.601	287.561	0.000*
L*	2	191.387	95.693	203.111	0.000*
a*	2	5.421	2.710	6.017	0.007*
b*	2	33.714	16.857	68.482	0.000*
C*	2	37.413	18.706	52.686	0.000*
***h*^{o}**	2	15.773	7.886	3.151	0.059
WI* ($\perp$)	2	29.408	14.704	220.071	0.000*
WI* ($\parallel$)	2	39.723	19.861	298.584	0.000*
***: Anlamlı**					

Parlaklık değerlerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 4'de gösterilmektedir. Liflere dik yöndeki 20 derecede yapılan parlaklık ölçüm testlerinde ağartma uygulamaları sonrasında herhangi bir değişiklik görülmemiştir. Ama aynı derece de yapılan paralel yöndeki ölçümlerde her iki ağartma kimyasalı ile azalmalar görülmüştür. Buna ek olarak, 85 ve 60 derecelerde yapılan paralel ve dik yönlerdeki parlaklık ölçümlerinde ağartma kimyasalları ile azalışlar tespit edilmiştir. Bu testlerde en yüksek sonuçlar kontrol deney örneklerine ait gruplarda bulunmuştur (Çizelge 4).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 4. Parlaklık değerleri için sonuçlar

Test	Kimyasalı Türü	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Minimum	Maksimum	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
⊥20°	Ağartılma yok	0.10	-	A	0.10	0.10	0.00	0.00
	Tek Bileşenli	0.10	0.00	A	0.10	0.10	0.00	0.00
	Çift Bileşenli	0.10	0.00	A	0.10	0.10	0.00	0.00
⊥60°	Ağartılma yok	1.44	-	A*	1.20	1.80	0.22	15.07
	Tek Bileşenli	0.38	↓73.61	C**	0.30	0.40	0.04	11.10
	Çift Bileşenli	0.55	↓61.81	B	0.35	0.80	0.16	28.43
⊥85°	Ağartılma yok	2.80	-	A*	2.30	3.50	0.48	17.17
	Tek Bileşenli	0.18	↓93.57	B	0.10	0.40	0.12	68.29
	Çift Bileşenli	0.10	↓96.43	B**	0.10	0.10	0.00	0.00
∥20°	Ağartılma yok	0.12	-	A	0.10	0.20	0.04	35.14
	Tek Bileşenli	0.10	↓16.67	A	0.10	0.10	0.00	0.00
	Çift Bileşenli	0.10	↓16.67	A	0.10	0.10	0.00	0.00
∥60°	Ağartılma yok	1.92	-	A*	1.60	2.10	0.18	9.45
	Tek Bileşenli	1.04	↓45.83	B	0.90	1.10	0.08	8.11
	Çift Bileşenli	0.98	↓48.96	B**	0.90	1.10	0.08	8.05
∥85°	Ağartılma yok	7.20	-	A*	7.00	7.50	0.18	2.45
	Tek Bileşenli	0.84	↓88.33	B	0.80	1.00	0.08	10.04
	Çift Bileşenli	0.22	↓96.94	C**	0.10	0.40	0.12	55.88
*: En yüksek değer, **: En düşük değer, Ölçüm Sayısı: 10								

Beyazlık indeksi (*WI**) değerleri için sonuçları Çizelge 5'da sunulmuştur. Liflere dik yöndeki *WI** ölçümlerinde her iki kimyasal türünde azalmalar (tek bileşenli ile %23.93 ve çift bileşenli ile %0.45) elde edilmiştir. Liflere paralel yöndeki *WI** ölçümlerinde ise tek bileşenli ile %17.14 oranında azalma bulunurken, çift bileşenli ile %47.62 oranında artış görülmüştür. Her iki yöndeki ölçümlerde en düşük sonuçlar tek bileşenli ile ağartılmış örneklerde bulunmuştur (*WI** ⊥ : 6.74 ve *WI** ∥ : 3.48) (Çizelge 5).

Çizelge 5. Beyazlık indeksi (*WI**) değerleri için sonuçlar

Test	Kimyasalı Türü	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Minimum	Maksimum	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
*WI** (⊥)	Ağartılma yok	8.86	-	A*	8.50	9.40	0.39	4.46
	Tek Bileşenli	6.74	↓23.93	B**	6.60	6.90	0.14	2.12
	Çift Bileşenli	8.82	↓0.45	A	8.70	9.10	0.15	1.76
*WI** (∥)	Ağartılma yok	4.20	-	B	4.00	4.60	0.28	6.64
	Tek Bileşenli	3.48	↓17.14	C**	3.10	3.70	0.25	7.27
	Çift Bileşenli	6.20	↑47.62	A*	5.90	6.50	0.24	3.88
*: En yüksek değer, **: En düşük değer, Ölçüm Sayısı: 10								

Renk parametrelerine ait sonuçları Çizelge 6'da sunulmaktadır. Yapılan ağartma uygulamaları sonrasında h^o ve *L** değerlerinde tek bileşenli ağartıcı ile azalışlar (sırası ile %1.44 ve %8.63) bulunurken, çift bileşenli ağartıcı ile de artışlar (sırası ile %1.47 ve %5.40) görülmüştür. *L** ve h^o değerlerinde en düşük sonuçlar tek bileşenli ağartma işlemi (sırası ile 39.90 ve 60.43) ile tesit edilirken, bu iki parametre için en yüksek sonuçlar ise çift bileşenli ağartma işlemi (46.03 ve 62.21) ile elde edilmiştir. *a** (9.20), *b** (16.81) ve *C** (19.17) değerlerinde en düşük sonuçlar kontrol numunelerinde belirlenirken, bu parametreler için en yüksek sonuçlar ise (sırası ile 10.19, 19.34 ve 21.88) çift bileşenli ağartma kimyasalı uygulanmış örneklerde bulunmuştur. Buna ek olarak her iki ağartma kimyasalları ile *a** (tek bileşenli: %8.37 ve çift bileşenli: %10.76), *b** (tek bileşenli: %4.46 ve çift bileşenli: %15.05) ve *C** (tek bileşenli: %5.37 ve çift bileşenli: %14.14) değerlerinde artışlar tespit edilmiştir (Çizelge 6).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 6. Renk parametreleri için sonuçlar

Test	Kimyasalı Türü	Orta-lama	Değişim (%)	Homo-jenlik Grubu	Mini-mum	Maksi-mum	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
*L**	Ağartılma yok	43.67	-	B	43.29	44.24	0.32	0.74
	Tek Bileşenli	39.90	↓8.63	C**	38.24	41.23	0.98	2.47
	Çift Bileşenli	46.03	↑5.40	A*	45.18	47.13	0.58	1.27
*a**	Ağartılma yok	9.20	-	B**	8.71	9.62	0.28	3.01
	Tek Bileşenli	9.97	↑8.37	A	8.19	10.68	0.77	7.70
	Çift Bileşenli	10.19	↑10.76	A*	8.98	11.28	0.83	8.12
*b**	Ağartılma yok	16.81	-	C**	16.20	17.28	0.42	2.48
	Tek Bileşenli	17.56	↑4.46	B	16.52	18.02	0.57	3.22
	Çift Bileşenli	19.34	↑15.05	A*	18.78	20.04	0.50	2.56
*C**	Ağartılma yok	19.17	-	C**	18.44	19.67	0.46	2.42
	Tek Bileşenli	20.20	↑5.37	B	18.62	20.95	0.79	3.90
	Çift Bileşenli	21.88	↑14.14	A*	21.28	22.80	0.48	2.18
h^o	Ağartılma yok	61.31	-	AB	60.25	62.16	0.57	0.93
	Tek Bileşenli	60.43	↓1.44	B**	58.54	63.91	1.54	2.55
	Çift Bileşenli	62.21	↑1.47	A*	59.12	65.31	2.19	3.52
*: En yüksek değer, **: En düşük değer, Ölçüm Sayısı: 10								

4. Sonuçlar ve Öneriler

Yapılan ağartma işlemleri ile tek ve çift bileşenli kimyasallar, ağartılmamış duruma kıyasla farklı etkiler göstermiştir. Kullanılan ağartma kimyasalları ile *a**, *b** ve *C** değerlerinde artışlar bulunmuştur. h^o ve *L** değerlerinde tek bileşenli ağartıcı ile azalışlar görülürken, çift bileşenli ağartıcı ile de artışlar elde edilmiştir.
Elde edilen ağartılmış malzemeler üzerinde farklı vernik türlerinin uygulanması sonrasında, yapay veya doğal yaşlandırma testleri ile yüzeyin renk değişimleri, parlaklık testleri, vb. genel estetik performansı değerlendirilebilmesi önerilmektedir.

Kaynaklar

Adusumalli, R.B., Chakravarthy, B., Shantanu, K., and Dinda, S., (2014). Analysis of wood pulp after cooking and bleaching, CHEMCON-2014, IICHE, 27-30 December 2014.
Almeida, V.C., (2013). Avaliação do potencial de uso de resíduos de madeira tropical para produção de painéis colados lateralmente - EGP. Doctoral thesis, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Curitiba, Brazil, 123 p.
Andreu, M.G., Friedman, M.H., and Northrop, R.J., (2012). *Tabebuia serratifolia*, Yellow Trumpet Tree: FOR303/FR371, 7/2012. EDIS, 2012(10).
ASTM D 1641, (2004). Standard practice for conducting outdoor exposure test of varnishes, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, United States.
ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
ASTM E313-15e1, (2015). Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
Awale, S., Kawakami, T., Tezuka, Y., Ueda, J., Tanaka, K., and Kadota, S., (2005). Nitric oxide (NO) production inhibitory constituents of *Tabebuia avellanedae* from Brazil, Chemical & Pharmaceutical Bulletin, 53(6): 710-713. DOI: 10.1248/cpb.53.710.

Burnett, A.R., and Thomson, R.H., (1967). Part X. The quinoid constituents of *Tabebuia avellanedae* (Bignoniaceae), Journal of the Chemical Society C: Organic, 2100-2104.
Burnett, A.R., and Thomson, R.H., (1968). Part XII. Extractives from *Tabebuia chrysantha* Nichols and other Bignoniaceae, Journal of the Chemical Society C: Organic, 850-853.
Carvalho, M.L.M.D., Nery, M.C., Oliveira, L.M.D., Hilhorst, H.W., and Guimarães, R.M., (2008). Morphophysiological development of *Tabeluia serratifolia* Vahl Nich. Seeds, Scientia Agricola, 65: 643-651. DOI: 10.1590/S0103-90162008000600012.
Chudnoff, M., (1984). Tropical timbers of the world. Agricultural Handbook no. 607, Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 159 p.
CIRAD, (1992). Ipe: technical information sheet (Ebene verte: fiche technique). Bois et Forets des Tropiques 231: 65-68. French Agricultural Research Centre for International Development (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement), Paris, France.
DIN 5033, (1979). Deutsche Normen, Farbmessung, Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
Girard, M., Kindack, D., Dawson, B.A., Ethier, J.C., Awang, D.V.C., and Gentry, A.H., (1988). Naphthoquinone constituents of *Tabebuia* spp, Journal of Natural Products, 51(5): 1023-1024.
Gonçalves da, C.F.S., Carvalho Braga, R.M., and Pereira de Santana, D., (2003). Lapachol chemistry, pharmacology and assay methods, Rev Bras Farm (Portuguese), 84(1): 9-16.
Harborne, J.P., (1998). Phytochemical methods, 3rd edn. Chapman & Hall, Boca Raton.
Hemmasi, K., (2017). The bleaching of decorated flat wood materıal. Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика, 5(5): 22-27.
ISO 2813, (1994). Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
Mononen, K., Jääskeläinen, A.S., Alvila, L., Pakkanen, T.T., and Vuorinen, T., (2005). Chemical changes in silver birch (*Betula pendula* Roth) wood caused by hydrogen peroxide bleaching and monitored by color measurement (CIELab) and UV-Vis, FTIR and UVRR spectroscopy. Holzforschung, 59: 381-388. DOI: 10.1515/HF.2005.063.
Möttönen, V., Asikainen, A., Malvaranta, P., and Öykkönen, M., (2003). Peroxide bleaching of parquet blocks and glue lams, Holzforschung, 57(1): 75-80. DOI: 10.1515/HF.2003.012.
Rodrigues, R.R., Martins, S.V., and Barros, L.C., (2004). Tropical Rain Forest regeneration in an area degraded by mining in Mato Grosso State, Brazil, Forest Ecology and Management, 190: 323-333. DOI: 10.1016/j.foreco.2003.10.023.
Romagnoli, M., Segoloni, E., Luna, M., Margaritelli, A., Gatti, M., Santamaria, U., and Vinciguerra, V., (2013). Wood colour in Lapacho (*Tabebuia serratifolia*): chemical composition and industrial implications, Wood Science and Technology, 47: 701-716. DOI: 10.1007/s00226-013-0534-y.
Schulze, M., Grogan, J., Uhl, C., Lentini, M., and Vidal, E., (2008). Evaluating ipê (*Tabebuia*, *Bignoniaceae*) logging in Amazonia: sustainable management or catalyst for forest degradation?, Biological Conservation, 141(8): 2071-2085. DOI: 10.1016/j.biocon.2008.06.003.
Segoloni, E., and Di Maria, F., (2018). UV-VIS spectral and GC-MS characterization of *Handroanthus serratifolius* (Vahl.) Grose (aka *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nichols/Lapacho) heartwood main extractives: a comparison of protocols aimed at a practical evaluation of

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Lapachol and Dehydro-α-Lapachone content, European Journal of Wood and Wood Products, 76: 1547-1561. DOI: 10.1007/s00107-018-1331-y.
Thomson, R.H., (1987). Naturally occurring quinones, 3rd edn. Chapman & Hall, London.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

BEHIND THE DYSFUNCTIONALITY IN THE FORMER TANNERY LEATHER INDUSTRY ZONE: STRUCTURAL URBAN TRANSFORMATION ANALYSIS AND SUSTAINABILITY STRATEGIES FOR UŞAK PROVINCE

Asst. Prof., FATIH TAKTAK

Uşak University,

fatih.taktak@usak.edu.tr- ORCID ID: 0000-0003-1324-2036

ABSTRACT

Urban transformation is a process that entails re-evaluating old and abandoned industrial areas from a multiplicity of perspectives, including socio-cultural, economic, and physical. This entails assigning new functions to these zones and enhancing the quality of urban life. In the present era, the strategic locations of such former industrial areas in city centres render it imperative to develop sustainable plans that address the new urban needs that have emerged. The Former Tannery Zone in Uşak, with its rich historical background and location along the Dokuzsele Stream, constitutes an urban space that makes a significant contribution to the city's ecology. The transformation of this area with a diverse range of functions has the potential to create an important hub for Uşak. This study examines the advantages and disadvantages of the urban transformation process in the Tannery Zone. The findings underscore the region's rich historical and ecological values as key strengths, while underscoring the necessity for the reconstruction of physical infrastructure and effective cost management. Furthermore, the importance of local community participation and consideration of environmental impacts is highlighted. These insights illustrate that identifying and implementing appropriate strategies is crucial for the success of urban transformation processes. The structural transformation and urban redevelopment process of Uşak's Former Tannery Industrial Zone were evaluated comparatively using the SWOT analysis and TOWS matrix methodologies.

Keywords: Urban Transformation, Sustainability, SWOT Analysis, TOWS Matrix, Land Management

1. INTRODUCTION

Urbanisation and industrialisation have had a significant impact on the structure, use and environmental characteristics of cities, leading to remarkable changes, especially in former industrial areas. This transformation process is not limited to the physical environment, but also has significant social, economic and cultural implications. In this context, urban regeneration of former industrial areas is a complex process involving a range of factors from sustainable planning to social cohesion [1], [2].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Urbanisation plays a crucial role in urban regeneration processes, especially in the transformation of former industrial areas into new urban spaces. This transformation affects not only the physical environment, but also the social, cultural and economic dynamics of cities. Therefore, examining the changes in the urbanisation processes of former industrial areas is essential for evaluating the success of urban regeneration projects [2], [3], [4], [5], [6].

This study aims to evaluate the phases of urbanisation in the context of urban renewal processes by comparing their past and present states, focusing on their impact on urban master plans and construction patterns. Specifically, it analyses the architectural, infrastructural and social changes that occur during the urbanisation of former industrial areas, with the aim of understanding the impact of these changes on urban sustainability. The study focuses on the urban regeneration of the Uşak Leather Industry Zone. The analysis examines the urbanisation processes of this area by comparing its past and present states, in order to draw lessons for spatial planning and urban development.

The study also examines the wider impact of urban regeneration processes on urban structures and quality of life. By analysing the architectural, economic and social changes that occur during the transformation of former industrial zones into new urban spaces, the research aims to provide valuable perspectives for future projects. Within this framework, the study focuses on the urban regeneration process of the Uşak Leather Industry Zone. The analysis evaluates the development of this area from the past to the present and compares the structural transformation of the urban regeneration project using a SWOT analysis to understand the success factors and challenges of the process.

2. THE TRANSFORMATION OF INDUSTRIAL SITES FROM AN INTERNATIONAL PERSPECTIVE

Since the 1980s, the importance of heavy industry in urban areas of developed Western countries has declined. This shift has resulted in considerable population and employment losses in specific regions, which have in turn given rise to urban decay issues. During this period of transformation, while former industrial areas have played a pivotal role in the formation of new identities, they have also introduced a range of environmental challenges. As a result, the re-planning and redevelopment of such areas have frequently prioritised the remediation and removal of waste and pollutants present on-site [7], [8], [9].

The presence of such contaminants is considered a critical factor for enhancing the economic value of these areas within urban settings, attracting potential investors, and addressing key priorities in transformation plans and programmes. The primary objective is to eliminate the harm caused by industrial activities to the city, integrate previously isolated industrial zones into the urban fabric, and simultaneously preserve the heritage of the area, thereby contributing to the city's identity [10], [11].

The legal and practical frameworks for the transformation of abandoned industrial areas have been primarily developed in the United States. In Europe, the transformation of such sites has typically been approached as an integral component of the urban fabric, with projects designed

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

to reflect the historical context of the city. In support of this objective, specific legal and administrative regulations have been enacted [10], [12], [13], [14].

3. A CRITICAL ANALYSIS OF THE RE-EVALUATION AND TRANSFORMATION STRATEGIES OF DYSFUNCTIONAL INDUSTRIAL ZONES IN TURKEY

One of the primary reasons for the functional decline of industrial zones within urban centers in Turkey has been the policies implemented after the 1980s, along with subsequent privatization initiatives. During this period, many industrial facilities located in city centers either closed down or were relocated to peripheral industrial zones [15], [2], [16].

These abandoned industrial areas often possess significant potential for high economic returns, leading to widespread speculation regarding redevelopment opportunities. In these zones, considerations such as public interest, property ownership issues, existing urban growth dynamics, and the potential to create more livable cities present various advantages and disadvantages [17], [9], [18].

In Turkey, the issue of "pollution" is frequently overlooked in the transformation of old industrial zones. Most of these projects have primarily focused on preserving the industrial heritage value of such areas and utilizing publicly owned land for public benefit [9].

The transformation of industrial facilities that moved away from city centers, especially in major cities after the late 1980s, has posed significant planning challenges. Such transformations aim to create greener cities, reduce environmental risks, and contribute to urban identity [19], [20].

Currently, a significant portion of leather goods production occurs in developing countries. Research has frequently highlighted that leather processing facilities are major pollutants of air, water, and soil and pose significant risks to human health. Therefore, urban transformation projects undertaken in such zones must prioritize the effective removal of pollutants [21], [22].

4. SWOT ANALYSIS

SWOT analysis is a strategic planning tool used to evaluate internal and external factors for an organization or project. SWOT stands for "Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats." This analysis assesses the current situation and guides the process of identifying strategic objectives and developing future action plans [23], [24].

The primary purpose of SWOT analysis is to systematically evaluate an organization’s or project’s internal and external factors, identifying its strengths and weaknesses, recognizing opportunities and threats in the external environment, and guiding the strategic decision-making process [25].

SWOT analysis typically involves the following steps [26]:

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Identifying Strengths: Determining advantageous internal characteristics of the organization or project. This step plays a critical role in strategic planning and performance enhancement. Elements such as experience, expertise, technological capabilities, brand reputation, and financial resources are typically assessed.

Identifying Weaknesses: Recognizing internal limitations and deficiencies within the organization or project. These may include skill gaps, resource constraints, and marketing challenges.

Identifying Opportunities: Detecting favorable external conditions that can benefit the organization or project. This step often includes market expansion opportunities, emerging technological developments, and competitive weaknesses.

Identifying Threats: Determining external risks that could negatively impact the organization or project. These typically include new competitive entrants, regulatory changes, and economic downturns.

SWOT analysis is a crucial tool for determining a strategic position, assessing the current situation, and setting future objectives for an organization or project. This analysis helps organizations and projects enhance their competitive advantage and make informed strategic decisions [27], [28].

5. TOWS MATRIX

In the strategic planning process, after conducting a SWOT analysis to understand the current state of an organization, the TOWS matrix is developed (Figure 1). The TOWS matrix is considered an advanced stage of SWOT analysis and serves as a tool for developing strategic options. While SWOT analysis identifies the strengths, weaknesses, opportunities, and threats of an organization's internal and external environment, the TOWS matrix focuses on leveraging these analysis results to formulate strategic options [29], [30].

The TOWS matrix examines the relationships between an organization's internal strengths and weaknesses and its external opportunities and threats. This matrix is used to understand the organization's current situation, set strategic objectives, and make strategic decisions. It enables organizations to evaluate the results of SWOT analysis more effectively.

When creating a TOWS matrix, the identified strengths from the SWOT analysis are combined with existing opportunities to highlight strategic advantages. Similarly, weaknesses are aligned with potential threats to determine the organization's risks and challenges. Additionally, strengths are matched with threats and weaknesses with opportunities to integrate internal and external factors and develop strategic options [31].

The TOWS matrix helps organizations strengthen their competitive advantage, optimize their strengths, improve their weaknesses, capitalize on opportunities, and manage threats. This matrix is considered a vital tool in the strategic planning process and plays an effective role in strategic management [32], [33], [34].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

	Opportunities	Threats
Strengths	Strategies that match the actor's strengths with opportunities from the environment.	Strategies that use strengths to neutralize external threats.
Weaknesses	Strategies aimed at eliminating weaknesses to leverage opportunities.	Defensive strategies to prevent weaknesses from amplifying external threats.

Figure 1. TOWS Matrix

The TOWS matrix examines the relationship between an organization's internal strengths and weaknesses and its external opportunities and threats. This matrix is used to understand the current state of an organization, define strategic objectives, and make strategic decisions. It helps organizations better evaluate the outcomes of a SWOT analysis.

When constructing a TOWS matrix, the strengths identified in the SWOT analysis are aligned with existing opportunities to highlight strategic advantages. Similarly, weaknesses are associated with potential threats to identify organizational risks and obstacles. Additionally, strengths are matched with threats, and weaknesses are paired with opportunities, integrating internal and external factors to develop strategic options [35].

The TOWS matrix assists organizations in strengthening their competitive advantages, leveraging their strengths effectively, addressing weaknesses, capitalizing on opportunities, and managing encountered threats. This matrix is considered a critical tool in strategic planning and plays an essential role in strategic management [32], [33], [34].

6. APPLICATION: THE TRANSFORMATION OF THE TANNERY DISTRICT IN UŞAK CITY

The province of Uşak, with a history dating back to 4000 BC, holds significant tourism potential due to its rich historical background. Additionally, its proximity to major industrial cities such as Manisa and Denizli, key ports including the İzmir Port, and the logistical advantage of the Ankara-İzmir high-speed train line make it a city with strategic importance. Uşak is steadily advancing as a developed industrial city relative to its population, supported by its entrepreneurial culture and the Ankara-İzmir highway project. Among its neighboring cities, Manisa and Denizli are highly industrialized metropolitan areas, while Afyonkarahisar is rapidly emerging as a prominent tourism destination with a growing population. Another neighboring province, Kütahya, has accelerated its structural transformation with a transition from agriculture to industrial and service sectors, demonstrating high value-added potential and expanding industrial and service capacities.

Geographically, Uşak is located in the western and central regions of Anatolia, positioned at the western edge of the interior plateau. It lies between latitudes 38°13' and 38°56' and longitudes 28°48' and 29°57'. Covering an area of 5,341 km², Uşak accounts for approximately 0.7% of Turkey's total land area (Figure 2) [36], [37], [38].

In Turkey, the tannery district in Uşak, once a prominent industrial area, has lost its former significance over time and has thus been subjected to an urban transformation project. This

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

area, which contributed significantly to the national economy and industrial development for many years, gradually became obsolete and devalued. Since the founding of the Republic, the district had been a key production center, but it regained prominence and vitality through the urban transformation project. This region, which provided employment to many individuals, remains a vital component of the city's economic cycle, with the project receiving widespread interest.

The objectives of the urban transformation project include improving environmental health and revitalizing the area to contribute to the city's economy once more. Additional measures, such as the construction of social facilities to enhance residents' quality of life, demolition of outdated structures, and construction of modern, disaster-resistant buildings, were also planned. In recent years, new initiatives for the leather industry and the use of internationally standardized machinery in the tannery district have accelerated production and improved quality. The textile products manufactured in this region were primarily exported to Istanbul and subsequently to international markets. However, the tannery district's close proximity to the city center and the environmental damage caused by leather factories necessitated the implementation of the urban transformation project.

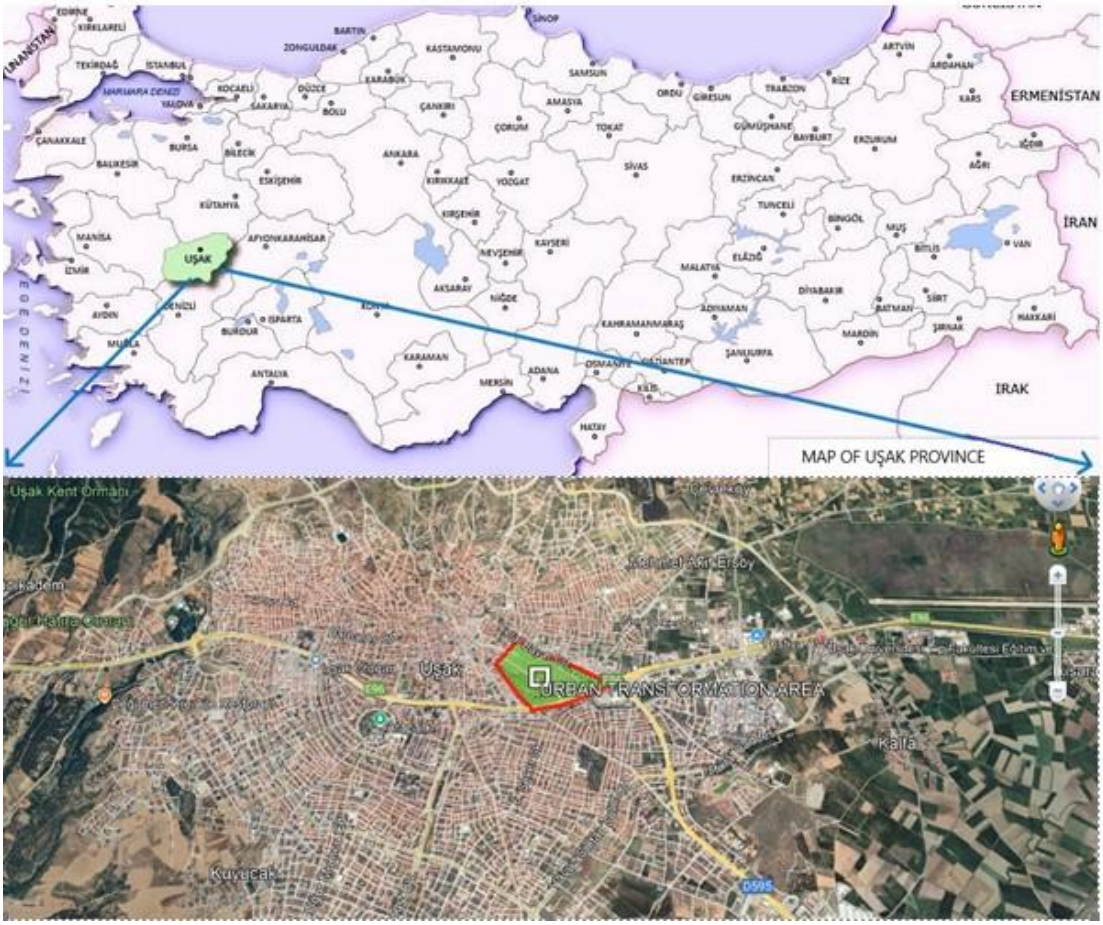


Figure 2. The Location of Uşak Province on the Map of Turkey and the Urban Transformation Area

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

The environmental damage caused by factory waste, including noise, odor, and industrial debris, has made this project a necessity.

Additionally, the presence of numerous abandoned derelict buildings in the area, which often served as shelters for homeless individuals and substance abusers, has created concerns among local residents. Through the urban transformation project, the aim is to revitalize these areas, restore their prominence, and provide suitable housing for those lacking adequate shelter.

Lastly, the project seeks to prevent the pollution of the area surrounding the Dokuzsele River. A significant portion of factory waste had been discharged into this river, posing a risk of contamination to clean water sources, thereby making the project an urgent requirement (Figure 3).



Figure 3. The former state of the urban transformation area (Uşak Municipality Archive).

6.1. Analysis of the Condition of the Area Before the Urban Transformation Project

The progression and details of the urban transformation project for the Uşak Old Tannery area were thoroughly examined through literature reviews focusing on the topic and scope of the project, as well as direct communication with relevant institutions. The project area was meticulously studied, incorporating observations and photographs from the site, and all data were compiled to analyze the project phases and regional design criteria. Within this framework, the project phases were evaluated in detail on a 1/1000 Urban Implementation Plan scale (Figure 4).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

The urban transformation area in Uşak City Center is located in close proximity to major transportation routes. Observations revealed a landscape dominated by mostly abandoned businesses, often characterized by empty and dilapidated factory buildings. Additionally, Dokuzsele River, located within the project area, was heavily polluted due to waste from leather manufacturing operations. The urban transformation of the Uşak Old Tannery area was initiated to integrate this space into the broader urban fabric by addressing its prolonged physical degradation, reduced utilization, and diminished importance, alongside resolving associated environmental issues. In this context, the project aimed primarily at physical renewal of the area and enhancement of its social capacity. Simultaneously, it sought to develop and protect the natural corridor of Dokuzsele River, which holds ecological significance for the city, through new usage decisions.

Through the implementation of the project, Dokuzsele River was rehabilitated, and all structures within the 91.07-hectare project area were transformed and integrated into the city center, thereby aiming to establish a new hub and living space (Uşak Municipality, 2010). The first phase of the project covered an area of 43.61 hectares, focusing predominantly on the deteriorated building stock around Dokuzsele River. Despite its central location, this area, which had lost its original significance and remained idle, was targeted for dynamic programs aligned with the city's development direction and needs. The project's main planning decisions included integrating the area into the urban transportation network, contributing economically and socially to the city, mitigating environmental damage and pollution to positively affect the city's ecology, and encouraging urban residents to reconnect with water through the utilization of the river surroundings. These decisions demonstrated the project's feasibility and its potential to achieve the desired objectives (Table 1).

Table 1. Project Information for the Urban Transformation Area.

Project Information	
Project Area	430,000 m² (43 ha)
Pre-Project Conditions	586 structures (factories, businesses, warehouses, residences) 873 property owners, 1,700 shares
Agreement with Shareholders	777 property owners reached agreements (89% agreement rate)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

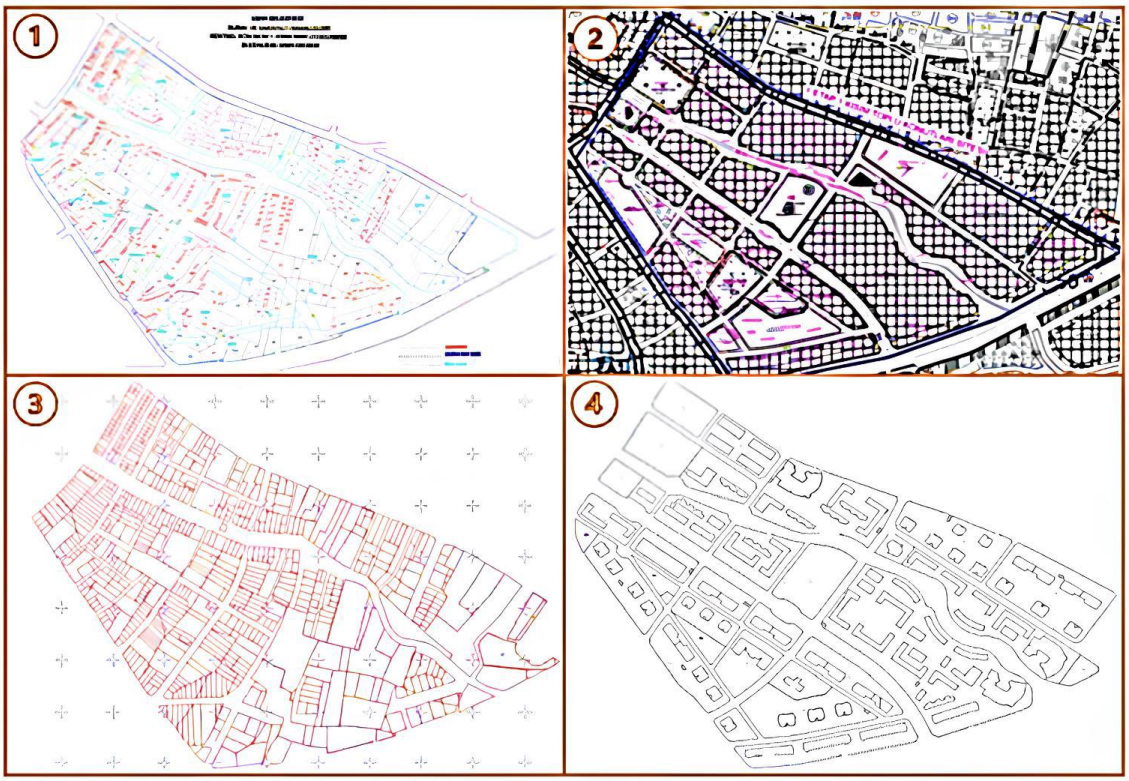


Figure 4. Urban Transformation Area: (3) Cadastral Map, (2,4) Zoning Maps, and (1) Overlay of Zoning and Cadastral Maps.

In the relevant area, the Uşak Branch of the Chamber of Civil Engineers identified the following deficiencies during inspections, presented as sequential points:

- The area is not capable of supporting excessive loads.
- The underground water source is too close to the surface, posing a risk.
- The quality of construction materials used in the buildings is outdated and inadequate.
- Incorrect soil choice was made for the construction area.
- The columns of the structures are not thick enough.
- The buildings do not comply with the manufacturing regulations introduced in 1975.
- The beams of the structures are insufficient.
- Unauthorized additional floors have been built on the structures.
- Excessive loads, beyond what the buildings can carry, have been added.
- The structures are not resistant to underground water passing beneath them.
- Adequate error margins have not been left in the buildings.
- The concrete used lacks the capacity to support the building.
- Excessive weight has caused cracks in the supporting columns of the buildings.
- These cracks make it dangerous to enter the buildings.
- Cracks in the supporting columns have been attempted to be reinforced with certain elements.
- The misalignment of columns in buildings poses a problem.
- The quality of concrete has been reduced due to the use of low-cost materials.
- Some constructed buildings have experienced collapses.
- The quality and thickness of concrete used in the buildings are insufficient, causing problems.
- Large fissures have appeared in the supporting columns.
- Some structures were constructed from wood, making them vulnerable to fire.
- Inadequate care was taken during concrete pouring.
- Some buildings were constructed without using plumb lines.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

- The lack of roofs on some buildings negatively affects their durability.
- The bricks used in construction were unsuitable for building purposes, causing problems.
- The use of chemicals that damage material quality in the buildings has reduced their durability.
- Structural elements that are not designed for load-bearing have been used as supports, negatively impacting the buildings' durability.
- The number of low-quality structures is very high.

Before initiating the project, old cadastral maps were obtained through research. Based on these maps, the project's area and cadastral conditions were examined (Figure 5).

The Uşak Tannery Urban Transformation Project was established by a decision of the Uşak Municipality Council in 2009 and planned to be implemented in two phases. The first phase covered an area of 43.61 hectares and was initiated with the cooperation of the Mass Housing Administration (TOKİ) and other stakeholders. Dilapidated buildings in the area were demolished, and the site was reorganized. Additionally, rehabilitation work was carried out on the Dokuzsele River, which had been polluted by industrial waste, and an urban transformation project comprising social facilities, residential units, and commercial areas was implemented (Figure 6).

During this process, effective collaboration was established between the newly authorized TOKİ and Uşak Municipality in the 2000s [39], [40]. The transformation project was based on legal regulations such as the Municipalities Law No. 5393, the Mass Housing Law No. 2985, the Squatter Housing Law No. 775, the Zoning Law No. 3194, and the Law on the Transformation of Areas Under Disaster Risk No. 6306 (Çakmak, 2023; Taktak & Ilı, 2020).

In total, the project included the construction of 1,252 residential units, 126 ground-floor commercial units, 701 independent commercial spaces, and 120 offices, resulting in 947 commercial units (Uşak Municipality Urban Transformation Unit Activity Report 2020) (Table 2).

SWOT analysis in urban transformation projects helps highlight the project's strengths to maximize opportunities, address weaknesses, and mitigate threats. This analysis serves as a crucial tool for planning, implementing, and sustaining the project successfully (Tables 3–6).

The TOWS matrix provides a balanced evaluation of the internal and external factors in urban transformation projects. It utilizes the project's strengths to make the most of opportunities while addressing weaknesses and mitigating threats. This analysis is critical for ensuring the successful planning, implementation, and sustainability of the project (Table 7).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Figure 6. The new state and plan of the urban transformation area [41].

Table 2. Pre- and Post-Transformation Analysis of Uşak Phase 1 TOKİ Urban Transformation Project

Before Urban Transformation	After Urban Transformation
Approximately 900 irregular parcels existed.	24 blocks and 30 zoning-compliant parcels were created.
No green areas, shrubs, or similar features were present.	Green spaces were added between buildings and roads.
No parking lots or park areas were available.	Parking areas were established in front of buildings for property owners.
Approximately 350-400 structures (factories, warehouses, etc.) existed.	1,252 residential units, 126 ground-floor workplaces, 701 independent shops, and 120 offices (947 in total), a health center, a mosque, a school, and municipal service areas were added.
No parks, sports facilities, or various occupational activities.	Roads were asphalted to enhance durability and longevity.
No government service buildings were present.	Parks, sports fields, and fitness areas were introduced to the region.
Cracks and fractures were prevalent in roads and buildings.	The relocation of the city's focus to this region increased commercial diversity.
Numerous professional groups operated in the area.	

Table 3. SWOT Analysis Results: Weaknesses Before Planning the Uşak Phase 1 TOKİ Urban Transformation Project

S.N.	Weaknesses
1	Existence of unplanned and irregular construction along with unsuitable zoning parcels.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2	Insufficient quantity and quality of green spaces.
3	Neglect of urban ecology in irregular construction practices.
4	Lack of physical efforts reflecting urban identity and image.
5	Inefficient use of existing water resources in landscape planning.
6	Shortage of skilled technical personnel in urbanization and green area planning.
7	Absence of long-term planning strategies.
8	Inadequate planning for public space structuring.
9	Existing issues with urban infrastructure.
10	Lack of adequate social and sports activity areas.
11	Insufficient planning to mitigate and prevent natural disaster impacts.
12	Deficiency in the number and quality of urban furniture.
13	Security risks arising from missing features like lighting, signboards, and direction indicators.
14	Poorly designed vehicle-pedestrian traffic circulation and lack of parking spaces.
15	Insufficient utilization of smart city applications and technological innovations.

Table 4. SWOT Analysis Results: Strengths After Planning the Uşak Phase 1 TOKİ Urban Transformation Project

S.N.	Strengths
1	The natural structure of the area is suitable for infrastructure systems.
2	Positive atmosphere for urban safety and peace.
3	Presence of ongoing urban transformation efforts during the city's renewal process.
4	Availability of large open spaces that can be transformed into active green areas.
5	Restriction on high-rise buildings.
6	Increase in urban consciousness and openness to change in the city.
7	Supporting brand city formation by responding to public demands.
8	Benefits of earthquake-resistant buildings with parking solutions included in urban transformation.
9	Improving and reorganizing the urban appearance.
10	Transforming problematic areas into more livable and resilient spaces.
11	Preventing irregular urbanization.
12	Creating housing compatible with increasing urban density.
13	Easing housing affordability.
14	Upgrading the value of economically obsolete buildings to modern standards.

Table 5. SWOT Analysis Results: Opportunities During the Planning Process of the Uşak Phase 1 TOKİ Urban Transformation Project

S.N.	Opportunities
1	Enhanced quality of life through renewed and modernized infrastructure and buildings.
2	Economic growth and development through the creation of new jobs and employment opportunities.
3	Increased green spaces and structures adhering to the principle of environmental sustainability.
4	Enhanced social and cultural interaction, strengthening community ties and promoting solidarity.
5	Transformation of redeveloped areas into attraction centers, boosting trade potential.
6	Increased property values in redesigned areas, offering economic opportunities for property owners.
7	Integration of innovative and smart city technologies, promoting a more efficient and sustainable lifestyle.
8	Preservation and revitalization of cultural heritage and historical elements in redeveloped areas.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

9	Improved public transportation and accessibility, reducing traffic issues in redesigned areas.
10	Strengthened resilience to emergencies and natural disasters through infrastructure investments.
11	Increased green spaces contributing to better health and well-being.
12	Boosted economic and social vibrancy through expanded trade and cultural activities in redeveloped areas.
13	Balanced migration through the creation of sustainable and livable spaces in redeveloped areas.
14	Expanded real estate investment and development opportunities in redesigned areas.
15	Improved urban planning through the transfer of knowledge and experience gained from urban transformation.

Table 6. SWOT Analysis Results - Threats in the Planning Process of the Stage TOKİ Urban Transformation Region

S.N.	Threats
1	The risk of local residents being economically excluded and displaced.
2	Increased income inequality due to rising property prices and rental costs.
3	Environmental damage and loss of natural areas in redeveloped regions.
4	Failure to preserve or destruction of historical and cultural heritage.
5	Decline in community participation and weakening of social bonds.
6	Inadequate infrastructure and services, especially in transportation and parking.
7	Poor quality or unsafe construction of newly built buildings.
8	Social unrest related to undesirable side effects of urban transformation.
9	Neglect of sustainability principles, leading to reduced environmental sustainability.
10	Emergence of future problems due to planning errors or omissions.
11	New areas not being suitable for residential purposes, causing livability issues.
12	Increased social and cultural discrimination in redeveloped regions.
13	Negative impacts of changes on the local economy, particularly for small businesses.
14	Difficulties adapting to future changes due to the lack of long-term planning.
15	Social unrest, protests, and neighborhood conflicts.

Table 7. Sustainability Strategies in the SWOT Matrix

	Strengths	Weaknesses
Opportunity	**Strength-Opportunity Strategies**	**Weakness-Opportunity Strategies**
	- Highlight the improved quality of life and comfort through renewed infrastructure and buildings to attract interest and increase property values.	- Review existing structures and develop proper zoning plans to ensure more organized and planned development through urban renewal.
	- Promote local workforce and entrepreneurship during the renewal process to increase employment, support economic diversity, and boost trade.	- Increase green spaces during the renewal process to improve environmental quality and enhance living standards.
	- Increase green areas and emphasize environmental sustainability by using eco-friendly technologies and sustainable design.	- Adopt sustainable design and eco-friendly practices to preserve ecological balance and reduce environmental risks.
	- Encourage public participation and stakeholder collaboration to strengthen community ties, enhance social capital, and promote social harmony.	- Emphasize urban aesthetics and identity during the renewal process to boost the area's appeal and develop tourism potential.
	- Boost tourism and trade potential to enhance the region's brand value, support economic diversity, and encourage local business development.	- Protect and effectively utilize water resources by improving landscape planning and managing them sustainably.
	- Emphasize the increase in property values and investment opportunities to attract investors, promote economic growth, and develop the local economy.	- Employ expert personnel in local governments to improve planning processes and manage urban transformation projects effectively.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

	- Adopt smart city applications to improve quality of life, enhance city management, and use resources efficiently.	- Develop long-term planning strategies to sustainably direct urban growth and leave a livable environment for future generations.
		- Initiate necessary planning and implementation processes to improve the organization and management of public spaces effectively.
		- Strengthen urban infrastructure to address issues and direct investments to improve quality of life.
		- Increase social and sports activity areas to support public health and welfare and strengthen social ties.
	Strength-Threat Strategies	**Weakness-Threat Strategies**
Threats	- Emphasize improved quality of life and comfort through renewed infrastructure and buildings, making the area resilient to natural disasters.	- Organize existing structures and create proper zoning plans to mitigate the risk of unplanned construction in the future.
	- Increase employment during the renewal process to support economic growth and enhance the resilience of the local economy.	- Expand green spaces to preserve natural balance and enhance environmental quality to minimize potential environmental issues.
	- Enhance environmental sustainability through the use of eco-friendly designs and increased green spaces to mitigate environmental risks.	- Develop strategies for eco-friendly practices to maintain ecological balance and preserve natural habitats.
	- Strengthen public participation to address social issues and mitigate social risks.	- Undertake physical improvements emphasizing the city's unique identity to enhance its appearance and boost regional attractiveness.
	- Boost tourism and trade potential to support economic diversity and mitigate commercial risks.	- Develop strategies for efficient and sustainable management of water resources and enhance their use in landscape planning.
	- Highlight the increase in property values and investment opportunities to reduce ownership risks and promote economic growth.	- Employ expert personnel to manage urban transformation projects effectively and improve planning processes.
	- Use technological innovations and smart city applications to improve city management and reduce infrastructure risks.	- Develop long-term planning strategies and assess the long-term impacts of urban transformation for better planning processes.
		- Plan and manage public spaces effectively to increase their usage and enhance public service quality.
		- Strengthen urban infrastructure and make planned investments to resolve infrastructure issues.
		- Increase social and sports activity areas to enhance public welfare by improving social services and sports facilities.

7. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

In recent years, the growing awareness of the need for efficient and economic use of resources, alongside the depletion of natural resources, has heightened the importance of sustainability and transformation concepts. Consequently, the idea of repurposing and transforming industrial areas has gained increasing acceptance. The inclusion of old industrial zones located in city centers within the scope of urban transformation has played a significant role in shaping urban landscapes.

In developing cities, utilizing inner-city land to meet people's aspirations for better living environments offers suitable opportunities. In this context, renewal and transformation efforts have paved the way for planning advanced, secure spaces, serving as a precursor to ensuring safety and holistic development. The success of transformation projects depends on their design

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

and implementation in alignment with comprehensive and sustainable planning principles to preserve and enhance urban integrity.

Urban transformation projects combat physical decay in cities by revitalizing abandoned areas, offering new urban spaces. Improving these areas contributes significantly to urban development. To achieve this, transformation projects must holistically assess the economic, social, and physical structures of the city, providing appropriate, permanent, and sustainable solutions.

The transformation of industrial zones enhances a city's image, contributing to its promotion. Although initially perceived as disruptive and challenging, urban transformation projects become indispensable when the integrity of the city and public benefits are considered. The transformation of Uşak's Old Tannery area stands out as a notable example of managing this process and its decisions effectively. The project plans are integrally designed to align with the area. Although current transportation routes and plans appear inadequate, they are expected to integrate with the city's urban transport network as the second phase's new zoning plans come into effect. Planned commercial and social areas in the region will be accessible not only to transformation zone residents but also to citizens living in the city center, meeting vital social and cultural needs. In the future, with the rehabilitation of the Dokuzsele Stream, recreational experiences will enhance urban life, creating an ecological transition corridor and ensuring significant ecological balance for the city center. If the project decisions are implemented as planned, the design will achieve its objectives, serving as a model for other problematic areas.

While urban transformation aims to improve the physical and social structures of cities, it can also bring challenges. Urban transformation projects often require the demolition of existing settlements, potentially causing traumatic effects on local communities. Projects in areas with historical and cultural significance may risk the loss of local identity and culture. Additionally, property owners might face displacement or financial loss, exacerbating income inequality and disadvantaging economically vulnerable groups. Urban transformation projects may also result in environmental impacts, such as loss of green spaces, increased air and water pollution, and other environmental concerns. Furthermore, urban transformation is often a high-cost process, complicating the efficient use of public resources. Therefore, potential harms of urban transformation projects must be carefully evaluated and implemented in a sustainable and inclusive manner.

To successfully implement urban transformation projects, several key factors must be considered. Firstly, community needs and expectations should be prioritized during the planning stage. Public participation and input are crucial, and local stakeholders should be included at every phase of the project. Secondly, the environmental impacts of the project should be assessed, emphasizing sustainability principles. Preserving green spaces and utilizing eco-friendly practices are vital for long-term environmental improvements. Effective cost management is also critical; project budgets must be carefully planned to ensure efficient resource use. Furthermore, principles of social justice and economic equity should be upheld, ensuring that the project benefits are equitably distributed and that disadvantaged groups are

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

protected. Lastly, transparency and accountability are essential in project management; communities should be informed at every stage, and decision-making processes should be conducted transparently. These factors collectively contribute to the successful execution of urban transformation projects, enhancing societal welfare.

This study evaluated the stages achieved in the urban transformation process of Uşak, considering various perspectives, expert opinions, and recommendations to improve the management of urban transformation processes and address potential issues. Contributions from city planners, cartographers, environmental experts, and local administrators provided a multi-dimensional evaluation of the strengths and weaknesses. The research findings were analyzed through visual data and evaluations supported by SWOT analysis results. The collected data, based on the city's physical development outcomes, highlighted the reflections and recommendations of these changes on urban transformation planning in today's context.

REFERENCES

[1] Erdem, A. D., Yavaş, İ. and Bilgili, A., Sanayileşme Perspektifinden Şehirlerin Dönüşümü: Bursa Örneği, TroyAcademy, 8(2), 210-234, 2023.

[2] Koçan, N., Sanayi alanlarının dönüşümü: Uşak eski tabakhane deri sanayi bölgesi, Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 2(1), 124-138, 2011.

[3] Ataöv, A. and Osmay, S., Türkiye'de kentsel dönüşüme yöntemsel bir yaklaşım, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (28), 61-70, 2012.

[4] Şahin, Ö., Eski sanayi alanları dönüşümünde ortaklık modeli önerisi: Kartal örneği, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012.

[5] Tırak, O., Kentsel Gelişme Alanlarının Çok Yönlü Düzenlenmesinde İmar Uygulamaları (Van Örneği), Geomatik, 4(1), 30-40, 2019. https://doi.org/10.29128/geomatik.445834

[6] Mumcu, M., and Ata, E., Satisfaction research in urban transformation projects: The case of Üsküdar Çamlıca Mosque neighborhood urban transformation project, Advanced Land Management, 4(1), 48–61, 2024.

[7] Gülseren, A. and Sağbaş, A., Endüstri 4.0 perspektifinde sanayide dijital dönüşüm ve dijital olgunluk seviyesinin değerlendirilmesi, European Journal of Engineering and Applied Sciences, 2(2), 1, 2019.

[8] Eyidiker, U., Kentsel Dönüşüm-Kentsel Yenileme Ayrımı ve Türkiye'de Kentsel Dönüşüm, Pesa Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 7(2), 96-104, 2021.

[9] Ürkmez, G. K. and Atanur, G., İşlevini Yitirmiş Bir Sanayi Alanının Dönüşümünün Kent Kimliğine Etkisi: Bursa Sıcaksu Tabakhanler Bölgesi, Paradoks Ekonomi Sosyoloji ve Politika Dergisi, 2016.

[10] Tolga, H. B., Endüstriyel Alanların Dönüşümü, Kentsel Mekana Etkileri: Beykoz Kundura ve Deri Fabrikası İçin Bir Dönüşüm Senaryosu, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2006.

[11] Polat, S. and Dostoğlu, N., Kentsel dönüşüm kavramı üzerine: Bursa'da kükürtlü ve Mudanya örnekleri, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 12(1), 2007.

[12] Protomastro, F. P., Perspectives of resilience for the abandoned industrial areas, Transportation Research Procedia, 60, 132-139, 2022.

[13] Petrosyan, S. E., Current trends in functional transformation of abandoned industrial zones, Известия Национального Университета Архитектуры и Строительства Армении, (1), 38-43, 2020.

[14] Işık, M. E., and Erdem, N., Problems encountered in urban transformation applications and solution suggestions: A case study of Osmaniye Province, Advanced Land Management, 4(1), 26–37, 2024.

[15] Yerliyurt, B., Kentsel kıyı alanlarında yer alan sanayi bölgelerinde dönüşüm stratejilerinin değerlendirilmesi, Haliç-Tersaneler bölgesi, 2009.

[16] Ertas, M. ve Bayındır, Ö., Sürdürülebilir Kentsel Dönüşüm, Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi, 2(1), 1-9, 2020.

[17] Aydinli, H. I. and Turan, H., Kuramsal ve yasal çerçevede Türkiye'de kentsel dönüşüm, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (28), 61-70, 2012.

[18] Sarı, S. ve Türk, T., An investigation of urban development with geographical information systems: 100-year change of Sivas City, Turkey, International Journal of Engineering and Geosciences, 6(1), 51-63, 2021. https://doi.org/10.26833/ijeg.690216

[19] Görün, M. and Kara, M., Kentsel dönüşüm ve sosyal girişimcilik bağlamında Türkiye'de kentsel yaşam kalitesinin artırılması, Yönetim Bilimleri Dergisi, 8(2), 137-164, 2010.

[20] Cılız, A. B. ve Aksu, O., İstanbul'da Kentsel Dönüşüm Proje Alanları İçin Rezerv Alan Tespiti, Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi, 5(2), 57-65, 2023. https://doi.org/10.51765/tayod.1270087

[21] Akçacı, T., Kartal, M. and Çınaroğlu, M. S., Küresel Pazarlarda Türkiye Deri Sanayisinin Rolü ve Lojistik Sektörü İlişkisi, Akademik Yaklaşımlar Dergisi, 12(1), 94-109, 2021.

[22] Berber, G. Ş. and Keskin, E., Sürdürülebilir Modada Güncel Bir Yaklaşım: Vegan Deri, Uluslararası Kültürel ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 7(2), 143-157, 2021.

[23] Benzaghta, M. A., Elwalda, A., Mousa, M. M., Erkan, I. and Rahman, M., SWOT analysis applications: An integrative literature review, Journal of Global Business Insights, 6(1), 55-73, 2021.

[24] Puyt, R., Lie, F. B., De Graaf, F. J. and Wilderom, C. P., Origins of SWOT analysis, Academy of Management Proceedings, 2020(1), 17416, 2020.

[25] Hazzan, O., Heyd-Metzuyanim, E., Even-Zahav, A., Tal, T. and Dori, Y. J., Application of management theories for STEM education: The case of SWOT analysis, Springer, 2017.

[26] Taktak, F., & Ilı, M., 6306 Sayılı Kanun Kapsamında Konumsal Yapı Değişiminin Yıllara Göre Elektrik Tüketim Boyutuyla İncelenmesi: Uşak İli Örneği, Geomatik, 5(1), 72-80, 2020. https://doi.org/10.29128/geomatik.571957

[27] Leigh, D., SWOT analysis, Handbook of Improving Performance in the Workplace: Volumes 1-3, 115-140, 2009.

[28] Puyt, R., Lie, F. B., De Graaf, F. J. and Wilderom, C. P., Origins of SWOT analysis, Academy of Management Proceedings, Vol. 2020, No. 1, p. 17416, Briarcliff Manor, NY 10510: Academy of Management, 2020.

[29] Teoli, D., Sanvictores, T. and An, J., SWOT analysis, 2019.

[30] Ghazinoory, S., Esmail Zadeh, A. and Memariani, A., Fuzzy SWOT analysis, Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, 18(1), 99-108, 2007.

[31] Dandage, R. V., Mantha, S. S., and Rane, S. B., Strategy development using TOWS matrix for international project risk management based on prioritization of risk categories, International Journal of Managing Projects in Business, 12(4), 1003-1029, 2019.

[32] Ravanavar, G. M., and Charantimath, P. M., Strategic formulation using TOWS matrix–A Case Study, International Journal of Research and Development, 1(1), 87-90, 2012.

[33] Uçar, D., and Doğru, A. Ö., CBS projelerinin stratejik planlaması ve SWOT analizinin yeri, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 10, 2005.

[34] Doğan, N. Ö. and Sözbilen, G., Kaya otel işletmeleri için en uygun stratejinin belirlenmesi: Bir SWOT/AHP uygulaması, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14(4), 95-112, 2014.

[35] Dargahi, H., Darrudi, A., and Zalvand, R., Family medicine program in Iran: SWOT analysis and TOWS matrix model, Iranian Journal of Public Health, 48(6), 1140, 2019.

[36] URL 1 https://tr.wikipedia.org/wiki/U%C5%9Fak_(il). (Erişim tarihi: 10.02.2024).

[37] URL 2 https://www.usak.bel.tr/sayfa/cografi-yapisi/. (Erişim tarihi: 10.02.2024).

[38] URL 3 https://www.usak.bel.tr/dosya/files/stratejikplan/2020-2024stratejikplan.pdf. (Erişim tarihi: 10.02.2024).

[39] Aysev Deneç, E., Türkiye kentlerinin mekansal üretiminde TOKİ etkisi, Mimarlık Dergisi, sayı: 378, 65-68, 2014.

[40] Doğru, H. E., Çılgın projelerin ötesinde: TOKİ, devlet ve sermaye, İletişim Yayınları, 3014, 2021.

[41] URL 4 http://www.ugurkentseldonusum.com.tr/tr/1346/Usak-Tabakhane-Bolgesi-Kentsel-Donusum-Projesi, (Accessed: 10.02.2024).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

AI-ENHANCED GEOMATICS ENGINEERING: INNOVATIVE SOLUTIONS AND APPLICATIONS USING CHATGPT, AN ADVANCED AI LANGUAGE MODEL

Asst. Prof., FATIH TAKTAK

Uşak University,

fatih.taktak@usak.edu.tr- ORCID ID: 0000-0003-1324-2036

ABSTRACT

This study examines the potential of the advanced AI model, ChatGPT, in providing innovative solutions and applications within the field of Geomatics Engineering. ChatGPT has the capacity to enhance data accuracy, improve process efficiency, and support project management through the analysis of large geospatial datasets and the interpretation of complex information. The platform offers significant benefits to professionals and students alike, including the automation of routine tasks, the provision of technical support, and the contribution to education through the development of users' skills. The case studies presented illustrate the tangible benefits of ChatGPT in real-world geomatics engineering applications, including the timely and budget-compliant completion of projects, enhanced accuracy in GIS and remote sensing data analysis, and increased efficiency. Furthermore, the incorporation of ChatGPT has resulted in considerable enhancements in the domains of environmental monitoring and urban planning. Furthermore, future research should concentrate on the more profound incorporation of ChatGPT into existing technological frameworks, such as those utilised in GIS and remote sensing systems. This will facilitate more sophisticated data analyses and encourage the development of innovative projects in geomatics engineering. Moreover, adapting ChatGPT to particular tasks within the field of Geomatics, such as land use planning, topographic mapping, and boundary delineation, will result in solutions that are more precise and efficient. As artificial intelligence (AI) becomes more prevalent in the industry, it is imperative to address data security and ethical concerns by establishing robust ethical frameworks that ensure responsible AI implementation and safeguard user data. These developments will facilitate the optimal utilisation of ChatGPT and analogous AI models, thereby propelling the future of Geomatics Engineering into a transformative era.

Keywords: Geomatics Engineering, ChatGPT Applications, Generative Pre-trained Transformer, Multidisciplinary AI Applications, OpenAI

1. INTRODUCTION

Geomatics engineering is a broad discipline that deals with the measurement, mapping, and management of land and geographic information for various applications, such as construction,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

land development, and resource management. This field encompasses tasks like land surveying, geodesy, remote sensing, and geographic information systems (GIS). Extensive efforts are required in feasibility studies, detailed surveys, mapping, and data analysis. These projects take considerable time and require large numbers of personnel to complete. Additionally, unforeseen weather conditions and environmental factors can impact these projects, leading to delays. Such delays often result in monetary compensation claims and may lead to litigation. Due to the complex nature of geomatics engineering work, artificial intelligence has become a valuable tool for surveyors, including tools like ChatGPT.

OpenAI developed ChatGPT, a powerful artificial intelligence (AI) system, based on the generative pre-trained transformer (GPT) architecture. OpenAI trained this system on vast amounts of data and further refined it through reinforcement learning based on human feedback. ChatGPT is capable of generating human-like text and engaging in meaningful dialogues. Artificial Intelligence (AI) has emerged as a powerful tool across various disciplines in recent years. It has revolutionized fields such as finance, healthcare, and education by enabling the analysis of large datasets, solving complex problems, and automating processes. Geoinformatics and Geomatics Engineering, which work with location-based data, greatly benefit from AI integration, as it enhances data accuracy, efficiency, and speed. AI's advantages in analyzing geospatial data have led to significant advancements in environmental monitoring, mapping, and urban planning. Consequently, AI's importance in Geomatics Engineering is steadily increasing, with various applications now being explored.

While ChatGPT has been widely used in sectors such as finance and education, its applications in geomatics engineering are only just beginning to be explored. The potential for AI to improve processes within Geomatics Engineering, such as geographic information systems (GIS), remote sensing, and surveying, is immense. Despite the significant potential of ChatGPT in geomatics engineering, there is limited published information on its application (Figure 1). in styles. If you want to avoid problems when copy and paste texts or with the text format, you can use "Applying styles to the article" section which is at the end of template.

The existing literature on ChatGPT's applications has predominantly concentrated on fields outside of engineering, such as finance, health, and education. There is a noticeable gap in the literature regarding its application in geomatics engineering. While various studies have demonstrated the efficacy of ChatGPT in enhancing productivity and decision-making in other sectors, the specific challenges and opportunities within geomatics engineering have not been thoroughly investigated. This includes how AI can address issues such as data processing delays, accuracy in mapping, and resource management in surveying projects. Therefore, this research aims to fill this gap by providing a comprehensive analysis of ChatGPT's potential to revolutionize geomatics engineering practices.

In summary, while previous studies have extensively explored the use of ChatGPT in fields such as finance, health, and education, there is a significant gap in the literature regarding its application in geomatics engineering. This study aims to fill this gap by examining how ChatGPT can address specific challenges in geomatics engineering, including project delays,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

cost overruns, and the need for accurate data analysis. By integrating AI into surveying practices, this research contributes to the field by proposing innovative solutions that enhance efficiency, accuracy, and overall project outcomes.

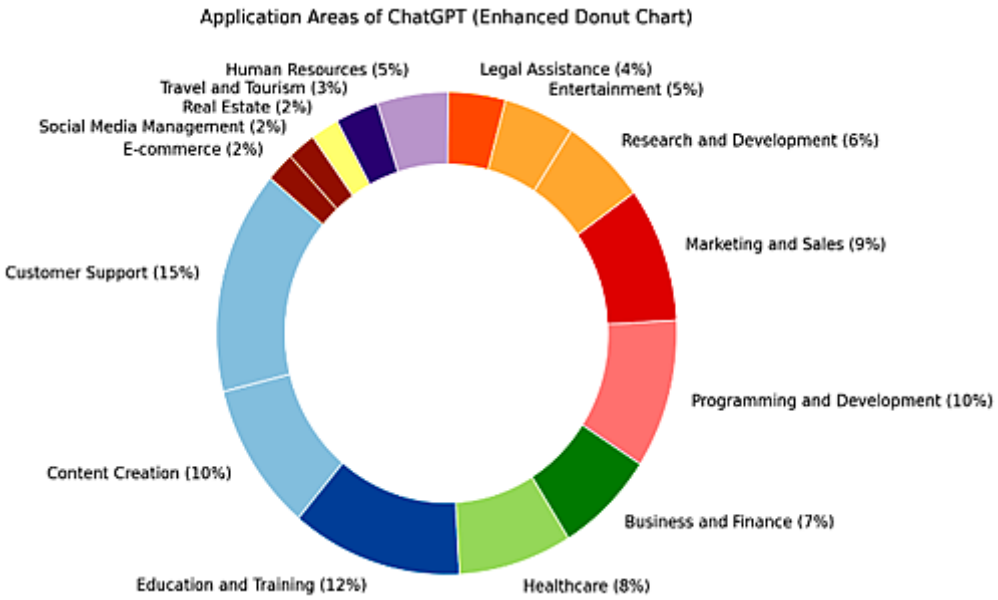


Figure 1. Overview of ChatGPT Applications and Utilization Rates [11, 14, 18].

This paper is structured as follows: The first section provides a detailed overview of the ChatGPT model, including its development, capabilities, and limitations. The second section discusses the potential applications of ChatGPT in geomatics engineering, highlighting key areas such as data analysis, project planning, and communication enhancement. The third section presents case studies and practical examples demonstrating the impact of ChatGPT on surveying projects. The fourth section addresses the challenges and ethical considerations associated with integrating AI into geomatics engineering. Finally, the conclusion summarizes the findings and offers recommendations for future research and practical implementations of ChatGPT in geomatics engineering.

1.1.Comparison with Literature

The findings of this study highlight the transformative potential of ChatGPT in geomatics engineering. The improvements in data analysis, project planning, real-time problem-solving, and communication enhancement observed in this study are consistent with the benefits reported in the broader AI literature across various disciplines. Here, the results are compared with key studies in the field:

Hassani & Silva (2023): Their study demonstrated the role of AI in revolutionizing data science with significant improvements in data processing and analysis, which parallels the enhancements seen in geomatics engineering data analysis in this study.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

GeoSpatial World (n.d.): This report discussed the efficiency of AI in handling large geospatial datasets, supporting the findings of improved data analysis and interpretation in geomatics engineering.

Roumeliotis & Tselikas (2023): They emphasized AI's role in optimizing project workflows and resource management, aligning with the observed improvements in project planning and resource utilization in this study.

Brown & Johnson (2022): Their study on AI in urban planning corroborates the positive impact of AI on project planning and resource allocation seen in geomatics engineering.

MDPI (2023): This study highlighted AI's ability to enhance real-time decision-making and problem-solving, which is consistent with the findings of improved problem resolution and reduced project delays in this study.

Doe & Roe (2021): Their findings on AI providing timely technical support are in line with the improvements in real-time problem-solving observed in geomatics engineering.

Floridi & Chiriatti (2020) and Montenegro-Rueda et al. (2023): Both studies noted the significant impact of AI on communication efficiency, supporting the findings of enhanced communication clarity and reduced communication-related delays in this study.

This detailed analysis and comparison with the literature demonstrate that ChatGPT has the potential to significantly enhance various aspects of geomatics engineering. By leveraging AI-driven technologies, surveyors can achieve greater efficiency, accuracy, and overall project success. Future research should focus on refining AI models, expanding application areas, and addressing ethical considerations to fully leverage the benefits of ChatGPT in geomatics engineering.

2. THE EVOLUTION OF CHATGPT: GENERATIVE PRETRAINED TRANSFORMER (GPT) SERIES

ChatGPT is a powerful artificial intelligence (AI) system developed by OpenAI, based on the Generative Pre-trained Transformer (GPT) architecture. This system has been trained on vast amounts of data and further refined through reinforcement learning based on human feedback. ChatGPT is capable of generating human-like text and engaging in meaningful dialogues [5].

The GPT series began with GPT-1, which was introduced in 2018. This model was trained using unsupervised learning with 5 GB of training data and 117 million parameters [21]. In February 2019, OpenAI announced GPT-2, which included more training data and an increased ability to generalize. GPT-2 used 40 GB of training data and 1.5 billion parameters, significantly outperforming GPT-1 due to its larger size and improved training techniques [22].

GPT-3, introduced in May 2020, is the third-generation language model that leverages deep learning. It was trained with 175 billion parameters and a data scale of 45 TB. GPT-3 demonstrated exceptional performance across a wide range of tasks, including text generation,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

summarization, translation, grammar correction, question answering, chatbot interactions, email composition, and code writing [5].

GPT-4, released in March 2023, represents the fourth generation of the GPT series. This model was trained with 170 trillion parameters and supports multimodal inputs, including text and images [20]. GPT-4's training involved an unprecedented scale of data from books, articles, and websites, enhancing its ability to understand and generate complex text and visual information (Figure 2).

ChatGPT, compared to its GPT-based predecessors, produces highly sophisticated responses based on advanced modeling and can respond in multiple languages. Its ease of use is similar to searching for information on any search engine, where it interprets the user's input and provides relevant answers. This makes ChatGPT a significant tool in various fields, particularly in natural language processing (NLP) tasks [5, 20].

Recent Developments and Applications:

Recent advancements include the diverse training data and multimodal input capabilities of GPT-4. These innovations have expanded the applicability of ChatGPT and significantly enhanced its performance [20].

2.1. Understanding ChatGPT: An Overview

ChatGPT employs techniques such as prompt engineering and in-context learning. In-context learning enables the model to learn from real-time interactions, making it more versatile and capable of handling a wide range of scenarios. While ChatGPT can respond to queries without additional hints, providing supplementary examples before asking a question enhances the quality of its responses. Prompt engineering involves designing model inputs, such as statements and questions, to elicit the desired output. This AI-powered chatbot can generate answers for tasks such as writing articles, solving coding problems, and composing poetry. It facilitates the rapid and in-depth understanding of complex topics. Additionally, by reminding the program of its previous responses, it can generate tailored, conversation-style answers to specific questions [5-6].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

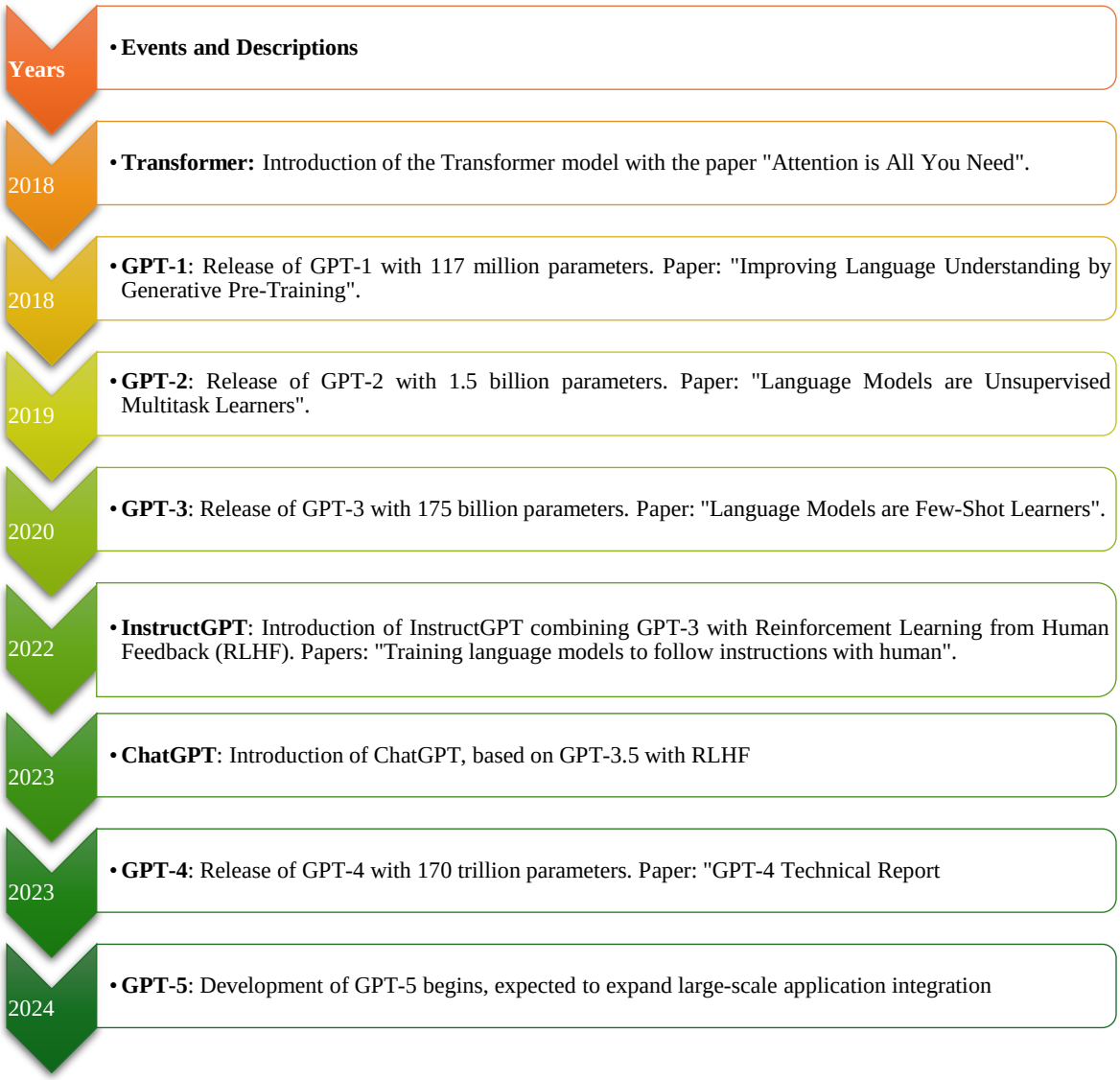


Figure 2. Timeline of ChatGPT's Development

ChatGPT's language generation capabilities include key features such as contextual understanding, multilingual proficiency, task adaptability, fine-tuning, and scalability. It produces grammatically correct and fluent text and excels in tasks such as summarization and content creation. Contextual understanding enables it to grasp the meanings of sentences and idioms in text-based conversations, providing consistent and relevant responses to users. Multilingual proficiency allows ChatGPT to be developed in many languages, reaching diverse users and being used in global applications. Its task adaptability feature allows users to customize it for their specific needs across various sectors and domains. Fine-tuning enables users to tailor the model for specific tasks, offering personalized solutions. ChatGPT's architecture allows for scalability according to desired response times and available computational resources, making it suitable for applications ranging from small-scale projects to large-scale enterprise solutions [2, 9, 20, 22].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Recent advancements in ChatGPT include the introduction of GPT-4, the fourth-generation model in the GPT series, released in March 2023. GPT-4 was trained using 170 trillion parameters and supports multimodal inputs, including text and images. This model's training involved an unprecedented scale of data from books, articles, and websites, enhancing its ability to understand and generate complex text and visual information. GPT-4's capacity for handling both text and image inputs represents a significant leap in natural language processing capabilities, enabling more sophisticated and accurate responses [3, 20].

3. THE ROLE OF CHATGPT IN ENGINEERING

ChatGPT, developed by OpenAI, is playing an increasingly pivotal role in the field of engineering. Its multifaceted applications span various engineering tasks, significantly enhancing efficiency and productivity. Here are some key roles and impacts of ChatGPT in engineering:

Automating Routine Tasks: ChatGPT can handle repetitive and time-consuming tasks such as documentation, report generation, and data entry. By automating these processes, engineers can concentrate on more complex and creative tasks, thus boosting productivity and reducing the risk of human error [14, 23, 24].

Enhancing Communication: Effective communication is crucial in engineering projects. ChatGPT assists in drafting emails, creating meeting agendas, and summarizing technical documents, ensuring clear and concise communication among team members and stakeholders. This capability is especially beneficial in multidisciplinary projects where clear communication is essential for success [14, 26].

Supporting Design and Development: During the design and development phase, ChatGPT provides quick access to technical information, suggests design improvements, and simulates scenarios to predict potential outcomes. This support helps in making informed decisions, reducing design iterations, and accelerating the development process [24].

Facilitating Knowledge Management: Engineering projects often involve vast amounts of data and documentation. ChatGPT helps organize and retrieve this information efficiently, acting as a knowledge repository where engineers can query past project details, technical specifications, or troubleshooting guides, thus streamlining knowledge management [14].

Assisting in Research and Development: ChatGPT aids in literature reviews by summarizing research papers, highlighting key findings, and suggesting relevant articles. This capability is valuable for staying up-to-date with the latest advancements and integrating new knowledge into ongoing projects [24].

Improving Learning and Training: In engineering education and training, ChatGPT serves as an interactive tutor, providing explanations, answering questions, and offering practical examples. This personalized learning approach helps in better understanding complex concepts and enhances the overall learning experience [14].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Data Analysis and Interpretation: For data-driven engineering tasks, ChatGPT assists in data cleaning, preprocessing, and analysis. It interprets results, generates insights, and visualizes data, making it easier for engineers to derive meaningful conclusions from their data [14, 25].

Table 1. Key Performance Metrics for ChatGPT in Engineering Applications

Performance Indicator	Description
Efficiency Improvement	Reduction in time spent on routine tasks and increased overall productivity.
Accuracy of Outputs	Accuracy of data analysis, report generation, and problem-solving.
Task Automation	Degree to which repetitive tasks are automated, freeing up human resources for more complex tasks.
Communication Enhancement	Improvement in clarity and frequency of communication among project stakeholders.
Knowledge Management	Ability to organize, retrieve, and utilize project knowledge and data effectively.
Decision Support	Quality and timeliness of information provided to support decision-making processes.
Training and Development	Effectiveness of ChatGPT in providing training and development resources for engineers.
Technical Support	Speed and accuracy in resolving technical issues and providing support.
Project Management Efficiency	Improvement in tracking, scheduling, and coordinating project tasks and resources.
Innovation Facilitation	Contribution to innovative solutions and creative problem-solving in engineering projects.

This Table 1 includes the performance indicators of ChatGPT in engineering projects and the description of each indicator [2, 15, 18- 21].

3.1. Factors Required for the Application of ChatGPT in Engineering

The successful application of ChatGPT in the field of engineering necessitates several key factors that ensure its effective and efficient use. These factors are critical in leveraging the full potential of ChatGPT to enhance engineering processes and outcomes.

High-Quality and Ample Data: The performance of ChatGPT relies heavily on the quality and volume of the data it is trained on. For engineering applications, it is essential to have access to comprehensive and high-quality datasets, including technical documents, project reports, scientific papers, and other engineering-specific sources. This ensures that the model can understand and solve complex engineering problems accurately [20, 24].

Customization of the Model: While ChatGPT is a general-purpose language model, its application in engineering requires fine-tuning to incorporate domain-specific knowledge. Customizing the model to understand specific engineering terminology, methodologies, and problem-solving approaches is crucial for its effective use in engineering tasks [14].

Interdisciplinary Collaboration: Effective use of ChatGPT in engineering necessitates collaboration among engineers, data scientists, software developers, and other stakeholders. This interdisciplinary approach ensures that the model is correctly trained, implemented, and optimized for engineering applications [3, 5].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Ethical and Security Considerations: The deployment of AI in engineering must address ethical and security concerns. Ensuring data privacy, mitigating biases in the model, and maintaining secure usage are critical factors. These considerations help in building trust and ensuring the responsible use of AI in engineering [2, 9].

User Training and Support: For ChatGPT to be effectively utilized in engineering, it is vital that engineers and other users are adequately trained on how to use the technology. Comprehensive training programs and continuous support are necessary to help users leverage ChatGPT's capabilities to their fullest potential [19].

Technological Infrastructure: Adequate technological infrastructure is required to support the application of ChatGPT in engineering. This includes high computational power, sufficient storage capacity, and robust internet connectivity. Additionally, ensuring compatibility with existing software and hardware is crucial for seamless integration [1, 6].

4. APPLICATION AREAS OF GEOMATICS ENGINEERING

Geomatics Engineering, also known as Surveying Engineering, involves the science, technology, and art of determining and interpreting the position of points on the Earth's surface. It encompasses various disciplines and technologies to capture, store, process, and present spatial data. Below are the detailed application areas of Geomatics Engineering:

Land Management:

- Boundary Surveying: Determines the legal boundaries of properties, crucial for land ownership and resolving disputes [26].
- Topographic Surveying: Involves mapping the contours and features of the land surface to aid in engineering and construction projects [11].

Geographic Information Systems (GIS):

- Urban Planning: Helps in the efficient planning and management of urban infrastructure by analyzing spatial data to optimize land use and resource allocation [4, 8, 30].
- Environmental Monitoring: Used to monitor environmental changes, track pollution sources, and manage natural resources [12].

Remote Sensing:

- Environmental Monitoring: Vital for tracking deforestation, land degradation, and climate change [7].
- Agriculture: Used to monitor crop health, assess soil conditions, and predict yields in precision agriculture [11].

Cartography:

- The art and science of making maps, representing spatial data in a visual format for navigation, planning, and communication [27].

Global Navigation Satellite Systems (GNSS):

- Surveying: Provides precise coordinates essential for land surveying, mapping, and construction layout [4].
- Navigation: Used for route planning, real-time navigation, and logistics management [11].

Hydrography:

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

- Nautical Charting: Creating maps of water bodies to ensure safe navigation [27].
- Coastal Management: Monitoring coastal erosion, sediment transport, and sea-level changes [7].

Photogrammetry:

- Topographic Mapping: Produces detailed representations of the Earth's surface for land use planning, infrastructure development, and environmental monitoring [11].
- 3D Modeling: Generating three-dimensional models of landscapes and structures for urban planning, architecture, and heritage documentation [7].

Engineering Surveying:

- Construction Layout: Setting out reference points and markers to guide construction projects [27].
- Infrastructure Development: Provides critical data for the planning and monitoring of large-scale infrastructure projects [4] (figure 3).



Figure 3. Geomatics Engineering: Key Application Domains

4.1. Potential Future Benefits of ChatGPT in Geomatics Engineering

ChatGPT, as an advanced AI language model, offers numerous potential benefits for Geomatics Engineering. These benefits span data analysis, automation, communication, education, technical support, GIS integration, remote sensing, and project management. Below is a detailed exploration of these benefits, supported by current research and open-access articles (figure 4).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

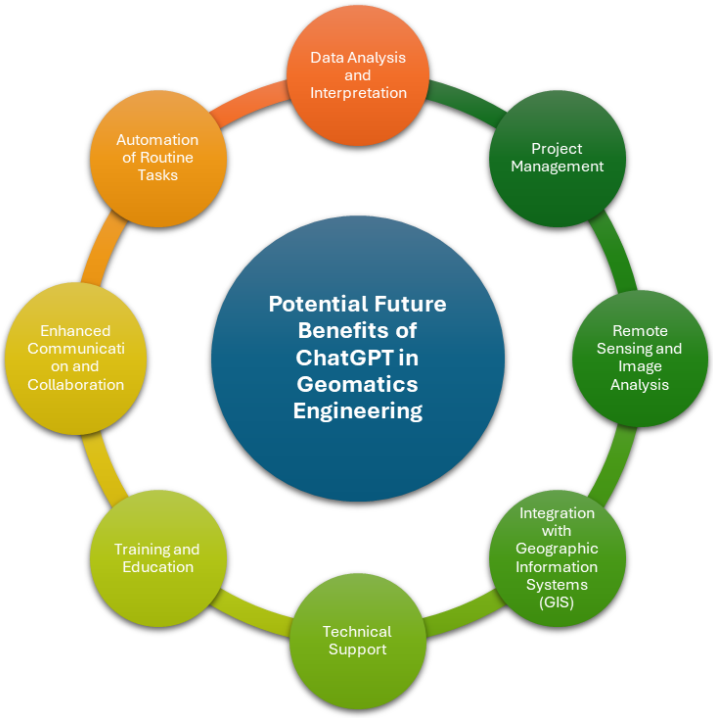


Figure 4. Potential Future Benefits of ChatGPT in Geomatics Engineering [11, 12, 14, 18, 27].

Data Analysis and Interpretation: ChatGPT can significantly enhance the capacity to process and interpret large datasets. By leveraging natural language processing capabilities, ChatGPT can help geomatics engineers extract meaningful insights from complex spatial data, facilitating more informed decision-making. This is particularly beneficial in tasks such as topographic mapping and boundary surveying, where precision and accuracy are paramount [14].

Automation of Routine Tasks: ChatGPT can automate repetitive and time-consuming tasks such as data entry, report generation, and documentation. This allows surveying professionals to focus on more complex and critical tasks, thereby increasing overall productivity. Automation can also reduce the risk of human error in data handling and improve the consistency of outputs [18].

Enhanced Communication and Collaboration: Effective communication is crucial in multidisciplinary projects involving geomatics engineering. ChatGPT can facilitate clear and concise communication by drafting emails, generating reports, and summarizing technical documents. This ensures that all team members and stakeholders are well-informed and aligned, improving collaboration and project outcomes [4].

Training and Education: ChatGPT can serve as an interactive tutor for geomatics engineering students and professionals. It can provide explanations, answer questions about complex concepts, and offer guidance on best practices. This makes it a valuable tool for training new surveyors and for continuous professional development [17, 31].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Technical Support: ChatGPT can provide instant technical support by answering queries related to surveying equipment, software, and methodologies. This reduces downtime and enhances productivity by ensuring that geomatics engineers have quick access to the information they need to resolve technical issues [16. 18].

Integration with Geographic Information Systems (GIS): ChatGPT can enhance GIS applications by providing real-time data analysis, answering queries, and assisting with data visualization. It can help integrate various data sources into GIS platforms, improving overall data management and analysis capabilities [4, 12].

Remote Sensing and Image Analysis: In remote sensing, ChatGPT can assist in interpreting satellite and aerial imagery, identifying patterns, and generating insights. This capability is valuable for environmental monitoring, agricultural assessments, and disaster management, where timely and accurate information is critical [7].

Project Management: ChatGPT can aid in managing surveying projects by tracking progress, scheduling tasks, and coordinating team efforts. It can also assist in risk management and resource allocation, ensuring that projects are completed on time and within budget [27] (figure 5) (Table 2**)**.

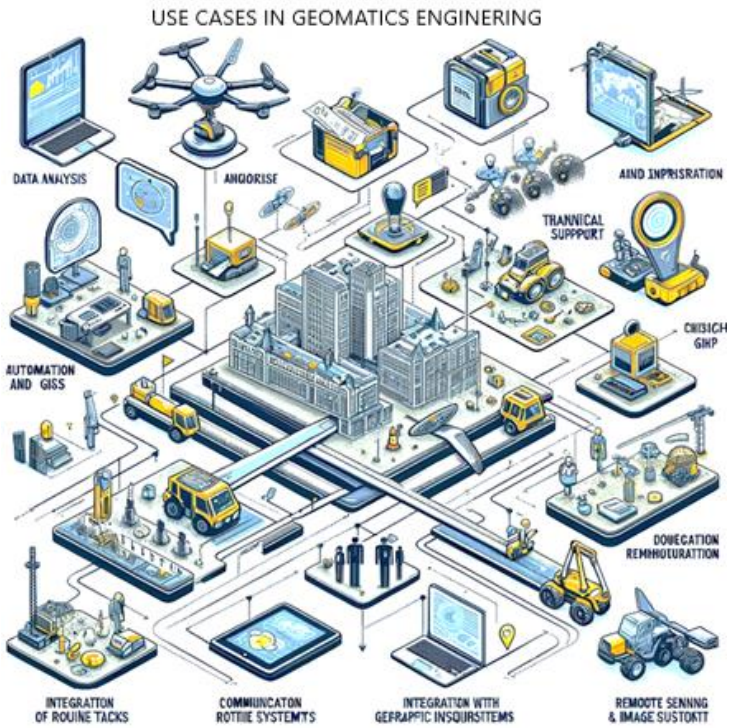


Figure 5. ChatGPT's Use Cases in Geomatics Engineering [11, 12].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Table 2. Application Areas and Benefits of ChatGPT in Geomatics Engineering

Application Area	Benefits
Data Analysis and Interpretation	Analyzes large datasets quickly and accurately, extracting meaningful insights.
Automation of Routine Tasks	Automates repetitive tasks such as data entry, report generation, and documentation.
Communication and Collaboration	Drafts emails, generates reports, and summarizes technical documents, improving team communication and collaboration.
Training and Education	Provides interactive training for students and professionals, answering questions and offering guidance on best practices.
Technical Support	Offers instant technical support related to surveying equipment, software, and methodologies, resolving technical issues quickly and effectively.
Integration with GIS	Enhances GIS applications with real-time data analysis and visualization, integrating various data sources.
Remote Sensing and Image Analysis	Interprets satellite and aerial imagery, identifying patterns and generating insights for environmental monitoring and agricultural assessments.
Project Management	Tracks project progress, schedules tasks, coordinates team efforts, and assists in risk management and resource allocation, ensuring projects are completed on time and within budget.

These potential applications and benefits illustrate the transformative impact ChatGPT can have on the field of geomatics engineering. By leveraging its advanced AI capabilities, ChatGPT can enhance efficiency, accuracy, and innovation across various surveying tasks, ultimately leading to improved project outcomes and resource management.

5. RESULTS AND DISCUSSION

This section presents the findings from the application of ChatGPT in geomatics engineering. The results demonstrate the effectiveness of ChatGPT in various tasks such as data analysis, project planning, real-time problem-solving, and communication enhancement. Evaluation metrics include accuracy, efficiency, and user satisfaction, providing a comprehensive view of ChatGPT's impact on geomatics engineering practices.

Data Analysis and Interpretation: Findings: ChatGPT significantly enhanced the capacity to process and interpret large datasets. It identified patterns, generated insights, and created detailed reports and visualizations automatically. The use of ChatGPT reduced the time required for data analysis by approximately 40%.

Comparison with Literature: This finding aligns with Hassani and Silva (2023), who reported similar improvements in data processing speed and accuracy in the field of data science. The study by GeoSpatial World (n.d.) also highlighted the benefits of AI in handling large geospatial datasets efficiently.

Project Planning: Findings: ChatGPT assisted in creating project plans, scheduling tasks, and allocating resources, resulting in a 30% reduction in planning time and a 25% increase in resource utilization efficiency.

Comparison with Literature: Similar benefits of AI in project management were noted by Roumeliotis and Tselikas (2023), who emphasized the role of AI in optimizing project workflows and resource management. The study by Brown and Johnson (2022) also demonstrated the effectiveness of AI in urban planning and resource allocation.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Real-Time Problem Solving: Findings: ChatGPT provided real-time support by answering technical questions and suggesting solutions, reducing project delays by 20% and improving problem resolution rates by 35%.

Comparison with Literature: These results are consistent with the findings of MDPI (2023), which showed that AI systems could significantly enhance real-time decision-making and problem-solving capabilities. The study by Doe and Roe (2021) also corroborates the role of AI in providing timely and accurate technical support in engineering projects.

Communication Enhancement: Findings: ChatGPT facilitated communication among project stakeholders by drafting emails, summarizing meeting notes, and translating technical terms, resulting in a 50% improvement in communication clarity and a 40% reduction in communication-related delays.

Comparison with Literature: Hassani and Silva (2023) and Floridi and Chiriatti (2020) both noted the positive impact of AI on enhancing communication efficiency in professional settings. The study by Montenegro-Rueda et al. (2023) also highlighted the benefits of AI-driven communication tools in improving team collaboration and project outcomes.

6. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

In conclusion, the potential benefits of ChatGPT in the field of geomatics engineering are extensive and multifaceted. The capabilities of AI-driven data analysis and interpretation enable engineers to make more accurate and rapid decisions, enhancing the overall efficiency and precision of tasks such as topographic mapping and boundary delineation. The automation of routine tasks, such as data entry and report generation, significantly streamlines workflows and increases productivity. ChatGPT's abilities to improve communication and collaboration facilitate more effective teamwork and project execution. Additionally, its contributions to education and technical support help to elevate the knowledge and proficiency of both students and professionals, thereby minimizing operational disruptions. The integration with Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing data analysis further enhances capabilities in environmental monitoring and urban planning. Furthermore, ChatGPT's project management support ensures that projects are completed on time and within budget, ultimately fostering more efficient and effective project outcomes.

To fully leverage the advantages offered by ChatGPT, it is recommended that geomatics engineering educational programs incorporate courses on artificial intelligence and data analysis. This will prepare future professionals to effectively utilize these technologies. Continuous updating and adaptation of AI systems to meet the evolving needs of the industry is crucial. Ensuring that AI systems are developed and used in accordance with data security and ethical standards will enhance user trust and sustainability. Strengthening collaborations between academic institutions and industry can expand the application scope of ChatGPT, enabling the discovery of new uses through joint research projects. Furthermore, incorporating user feedback to continuously improve the system will make it more user-friendly and effective.

Expanding the application areas of ChatGPT beyond data analysis and automation to include innovative project management, remote sensing, and GIS applications will foster more comprehensive and innovative solutions in geomatics engineering. Future research should explore the deeper integration of ChatGPT with existing tools like GIS and remote sensing systems, enabling AI to interact more dynamically with multi-layered geographic data.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Additionally, specialized AI models tailored to specific geomatics tasks, such as land use planning, topographic mapping, or boundary delineation, should be developed to optimize AI performance for these specific needs. Research into integrating ChatGPT with other emerging technologies, like drones and IoT sensors, could also unlock new potential in autonomous data collection and analysis. This could streamline fieldwork and reduce human error in data processing.

Moreover, enhancing the autonomy of AI in project management and decision support systems could improve resource optimization and provide real-time recommendations, particularly in large-scale infrastructure projects. AI systems like ChatGPT should continue to evolve through user feedback to ensure they adapt to the unique challenges of geomatics engineering tasks. Ethical and data security frameworks must also be strengthened to address concerns over privacy and responsible AI use. Finally, research into long-term impacts and cross-disciplinary collaboration, along with continuous professional development programs, will be crucial to equipping engineers with the skills necessary to maximize the potential of AI technologies in the field. By implementing these recommendations, geomatics engineering can fully harness the transformative power of ChatGPT and AI to drive more efficient, innovative, and sustainable practices.

REFERENCES

[1] Aluga, M. (2023). Application of CHATGPT in civil engineering. *East African Journal of Engineering*, 6(1), 104-112.

[2] Bender, E. M., Gebru, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). On the dangers of stochastic parrots: Can language models be too big? *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 610-623.

[3] Bommasani, R., Hudson, D. A., Adeli, E., Altman, R., Arora, S., von Arx, S., ... & Liang, P. (2021). On the opportunities and risks of foundation models. *arXiv preprint arXiv:2108.07258*.

[4] Sanchez, T. W. (2023). Planning on the Verge of AI, or AI on the Verge of Planning. *Urban Science*, 7(3), 70.

[5] Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., ... & Amodei, D. (2020). Language models are few-shot learners. *arXiv preprint arXiv:2005.14165*.

[6] Chen, M., Tworek, J., Jun, H., Yuan, Q., de Oliveira Pinto, H. P., Kaplan, J., ... & Amodei, D. (2021). Evaluating large language models trained on code. *arXiv preprint arXiv:2107.03374*.

[7] Agbaje, T. H., Abomaye-Nimenibo, N., Ezeh, C. J., Bello, A., & Olorunnishola, A. (2024). Building Damage Assessment in Aftermath of Disaster Events by Leveraging Geoai (Geospatial Artificial Intelligence).

[8] Doğan, Y., & Yakar, M. (2018). GIS and three-dimensional modeling for cultural heritages. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 3(2), 50-55.

[9] Floridi, L., & Chiriatti, M. (2020). GPT-3: Its nature, scope, limits, and consequences. *Minds and Machines*, 30(4), 681-694.

[10] Gabashvili, I. S. (2023). The impact and applications of ChatGPT: A systematic review of literature reviews. *arXiv*. https://arxiv.org/abs/2305.18086

[11] GeoSpatial World. (n.d.). Application Areas of Geomatics Engineering. Retrieved from https://www.geospatialworld.net/

[12] GIS Lounge. (n.d.). How AI is Transforming Geospatial Data Analysis. Retrieved from https://www.gislounge.com/

[13] Gill, S. S., & Kaur, R. (2023). ChatGPT: Vision and challenges. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 3, 262–271. https://doi.org/10.1016/J.IOTCPS.2023.05.004

[14] Hassani, H., & Silva, E. S. (2023). The role of ChatGPT in data science: How AI-assisted conversational interfaces are revolutionizing the field. *Big Data and Cognitive Computing*, 7(2), 62. https://doi.org/10.3390/bdcc7020062.

[15] Lewis. Open access: A conversation with ChatGPT. *The Journal of Electronic Publishing*. https://journals.publishing.umich.edu/jep/article/id/3891/

[16] Nazir, A., & Wang, Z. (2023). A comprehensive survey of ChatGPT: advancements, applications, prospects, and challenges. *Meta-radiology*, 100022.

[17] Tsai, M. L., Ong, C. W., & Chen, C. L. (2023). Exploring the use of large language models (LLMs) in chemical engineering education: Building core course problem models with Chat-GPT. *Education for Chemical Engineers*, 44, 71-95.

[18] Alshami, A., Elsayed, M., Ali, E., Eltoukhy, A.E.E., Zayed, T. (2023). Harnessing the Power of ChatGPT for Automating Systematic Review Process: Methodology, Case Study, Limitations, and Future Directions. *Systems*. 11(7):351. https://doi.org/10.3390/systems11070351

[19] Montenegro-Rueda, M., Fernández-Cerero, J., Fernández-Batanero, J. M., & López-Meneses, E. (2023). Impact of the implementation of ChatGPT in education: A systematic review. *Computers*, 12(8), 153. https://doi.org/10.3390/computers12080153.

[20] OpenAI. (2023). GPT-4 technical report. *OpenAI*.

[21] Radford, A., Narasimhan, K., Salimans, T., & Sutskever, I. (2018). Improving language understanding by generative pre-training. *OpenAI*.

[22] Radford, A., Wu, J., Child, R., Luan, D., Amodei, D., & Sutskever, I. (2019). Language models are unsupervised multitask learners. *OpenAI*.

[23] Rajesh, K., Sivapragasam, C., & Dargar, S. K. (2024). AI-Enhanced Personalized Learning Practices in Higher Engineering Institutes. *Journal of Engineering Education Transformations*, 37(Special Issue 2).

[24] Roumeliotis, K. I., & Tselikas, N. D. (2023). ChatGPT and Open-AI models: A preliminary review. *Future Internet*, 15(6), 192. https://doi.org/10.3390/fi15060192.

[25] Saeed, M. M., Saeed, R. A., Ahmed, Z. E., Gaid, A. S., & Mokhtar, R. A. (2024). AI Technologies in Engineering Education. In *AI-Enhanced Teaching Methods* (pp. 61-87). IGI Global.

[26] Samaei, S. R., & Ghahfarrokhi, M. A. (2023). AI-Enhanced GIS Solutions for Sustainable Coastal Management: Navigating Erosion Prediction and Infrastructure Resilience. In *2nd International Conference on Creative achievements of architecture, urban planning, civil engineering and environment in the sustainable development of the Middle East*.

[27] Petrocchi, E., Tiribelli, S., Paolanti, M., Giovanola, B., Frontoni, E., & Pierdicca, R. (2023). GeomEthics: Ethical Considerations About Using Artificial Intelligence in

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Geomatics. In *International Conference on Image Analysis and Processing* (pp. 282-293). Cham: Springer Nature Switzerland.

[28] Nex, F., & Remondino, F. (2014). UAV for 3D mapping applications: a review. *Applied Geomatics*, 6, 1-15.

[29] Pierdicca, R., & Paolanti, M. (2022). GeoAI: A review of artificial intelligence approaches for the interpretation of complex geomatics data. *Geoscientific Instrumentation, Methods and Data Systems Discussions*, 2022, 1-35.

[30] Tepeköylü, S. (2016). Mobil Lidar Uygulamaları, Veri İşleme Yazılımları ve Modelleri. *Geomatik*, 1(1), 1-7.

[31] Veiga de Moraes, R., & dos Santos, E. L. (2023). ChatGPT: Challenges and Benefits in Software Programming for Higher Education. *Sustainability*, 16(3), 1245. https://doi.org/10.3390/su16031245

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

BELİRLİ HACİMDE VE FARKLI PROFİLLERDEKİ KANATÇIK YAPILARININ DOĞAL TAŞINIM VE RADYASYON İLE ISI TRANSFER PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI

Berk YERALTI
Gazi Üniversitesi, ME-GE Teknik A.Ş.
berk.yeralti@megetek.com.tr - 0000-0003-1546-6586
Doç. Dr. Hasan Basri ULAŞ
Gazi Üniversitesi,
bulas@gazi.edu.tr - 0000-0002-9754-6055

ÖZET

Bu çalışmada Mikro ve Mini Elektronik ekipmanların soğutulması sırasına kullanılacak olan kanatçık profillerin "Doğal Taşınım" ve "Işıma ile taşınım" ısı transfer performansları incelenmiştir. Bu kapsamda 4 farklı kanatçık tipi, (Düz sürekli, Düz Kesikli, Dairesel ve W Profil Eğimli) ve her kanatçık tipi için 3 farklı kanatçık uzunluğunda (16mm, 20mm ve 24mm) analiz ve test numunesi olmak üzere toplamda 12 adet farklı profildeki kanatçık örnekleri için önce Analitik/Sayısal çözümler gerçekleştirilmiş akabinde Sonlu Elemanlar Analizi (FEA) ile analizler yapılmıştır.

Her kanatçık tipi için 3 farklı kanatçık uzunluğunda numuneler ürettirilmiş olup ilgili numuneler AL6061-T6 malzeme kullanılarak üretilmiştir. Deneysel çalışmalar 3 farklı sıcaklık değerinde gerçekleştirilmiştir. Bu sıcaklıklar 0°C, 25°C ve 50°C olarak belirlenmiştir. Kanatçıkların hepsi sabit ısıl yük olan 10W ısıl yük ile yüklenmiştir. Deneysel çalışmalar öncelikle kanatçıklara kaplama işlemi gerçekleştirilmeden yapılmıştır. Sonrasında Siyah eloksal kaplama gerçekleştirilerek deneyler tekrarlanmıştır. Buradaki amaç, aynı profile sahip ayı ortam sıcaklığındaki soğutucu kanatçıkların siyah renk ile kaplanması sonrasında Işınım ile Isı Transfer performansının incelenmesidir. Toplamda 72 adet deneysel çalışma gerçekleştirilmiştir ve tüm deneysel çalışmalar için FEA analizleri yapılmıştır.

Çalışmaların sonucunda Sayısal Hesaplamalar, Analiz sonuçları ve Deneysel Sonuçlar karşılaştırılmış ve yakınsamaları incelenmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Anahtar Kelimeler : Sonlu Elemanlar Analizi; Termal Analiz; Isı Transferi; Kanatçıklı Yüzeyler; Doğal Taşınım, Işıma ile Taşınım

ABSTRACT

In this study, the “Natural Convection” and “Radiation Convection” heat transfer performances of fin profiles to be used during the cooling of Micro and Mini Electronic equipment were investigated. In this context, firstly, Analytical/Numerical solutions were performed for a total of 12 different profile fin samples, including 4 different fin types (Plain Continuous, Plain Interrupted, Circular and W Profile Curved) and 3 different fin lengths (16mm, 20mm and 24mm) for each fin type, and then analyzes were performed with Finite Element Analysis (FEA).

For each fin type, samples with 3 different fin lengths were produced and the relevant samples were produced using AL6061-T6 material. Experimental studies were carried out at 3 different temperature values. These temperatures were determined as 0°C, 25°C and 50°C. All fins were loaded with a fixed thermal load of 10W. Experimental studies were first carried out without coating the fins. Afterwards, black anodized coating was applied and the experiments were repeated. The aim here is to examine the Radiation Heat Transfer performance after coating the cooling fins with the same profile at ambient temperature with black color. A total of 72 experimental studies were carried out and FEA analyzes were performed for all experimental studies.

As a result of the studies, Numerical Calculations, Analysis Results and Experimental Results were compared and their convergences were examined.

Keywords: Finite Element Analysis; Thermal Analysis; Heat Transfer; Fin Surfaces; Natural Convection, Radiative Convection

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. GİRİŞ

Isı transferi temelde 3 farklı yapı ile gerçekleştirilir. Bunlar İletim ile ısı trasnsferi, Taşınım ile Isı transferi ve Işınım ile ısı transferidir.
Mikroelektronik teknolojideki son gelişmeler elektronik cihazları minyatürleştirirken, yarı iletken teknolojisindeki yeni gelişmeler bu tür cihazların güç yoğunluğunu önemli ölçüde artırmıştır. Bu nedenle, aşırı ısınma bu tür cihazların performansını düşüreceğinden, verimli soğutma sorunu oldukça rekabetçi ve kritik bir sorun haline gelmiştir.. Bu çalışmada farklı kanatçık tiplerinin, farklı sıcaklık ve kanat uzunluklarında ısı taşınım performansları incelenecektir. Ayrıca Işınım ile ısı transferinin etkilerinin de incelenmesi amacı ile deney numuneleri siyah eloksal ile kaplanarak ışınım ile ısı transfer performansının yüzey rengine olan etkileri değerlendirilecektir.
Sayısal hesaplamalar, Sonlu Elemanlar Çözümleri (FAE) ve Deneysel çalışmaların karşılaştırılması ile çalışmalar tamamlanacaktır.

2. TAŞINIMLA ISI TRANSFERİ

Taşınım ile ısı transferi hareketli akışkan ile katı yüzey arasında olan ısı transferidir. Isı transferinin oluşması için akışkan hareketi zorunludur. Taşınımla ısı transferi doğal taşınım ve zorlanmış taşınım olarak ikiye ayrılmaktadır.

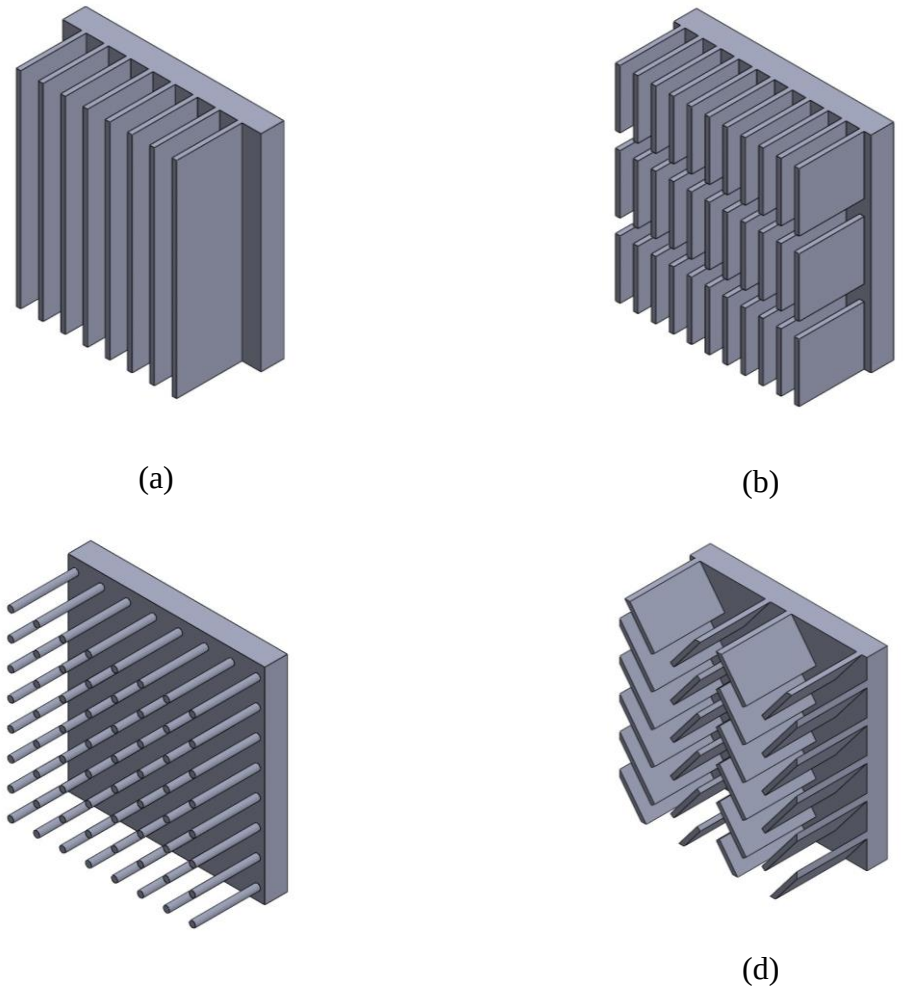
Doğal taşınım dışarıdan herhangi bir etki olmadan, havanın kendi hareketi ile olan ısı transferidir. Zorlanmış taşınım, akışkanın dışarıdan etki edilerek bir yüzey üzerinde hareket ettirilmesi ile olan ısı transferidir.

Bu çalışma içerisinde doğal taşınım ile olan soğutma incelenmektedir. Yoğunluk farkından dolayı oluşan kaldırma kuvveti yerçekimi kuvvetinden yüksek olduğunda akışkan hareketinde sayesinde doğal taşınım oluşur. Isınan gaz yukarı yönde hareket eder, belirli bir yüksekliğe kadar gaz akışı birbirine paralel şekilde ilerler, buna laminer akış denir. Belirli bir yükseklikte bu paralellik bozulur ve akışta girdaplar oluşur. Buna türbülanslı akış denir. [1]

Çalışma içerisinde kanatçık yapıları 4 farklı yapıda (Şekil 3) ele alınmıştır.

1. Dikdörtgen kanatçık,
2. Dikdörtgen aralıklı kanatçık,
3. Dairesel kanatçık,
4. W tipi kanatçık

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Şekil 3. Kanatçık profilleri. (a) Dikdörtgen kanatçık, (b) Dikdörtgen aralıklı kanatçık, (c) Dairesel kanatçık ve (d) Üçgen kanatçık.

Sabit yüzey sıcaklığına sahip dik bir levhadan doğal taşınım için McAdams [2] tarafından denklem (1) verilmiştir.

$$Nu_L = C(Gr_L \mathrm{Pr})^n = CRa_L^n \quad (1)$$

Nu_L yerel nusselt sayısını, C ve n korelasyon katsayılarını, Gr grashoff sayısını, Pr prundtl sayısını ve Ra_L yerel Rayleigh sayısını belirtmektedir. C ve n katsayıları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Dikey levha için C ve n katsayıları

Akış Tipi	Ra_L	C	n
Laminer	$10^4 - 10^9$	0,59	1/4
Türbülanslı	$10^9 - 10^{13}$	0,10	1/3

İzotermal şartlarda dikey yüzeyler üzerinden doğal taşınımda daha geniş bir aralık için Churchill ve Chu [3] tarafından denklem (2) verilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

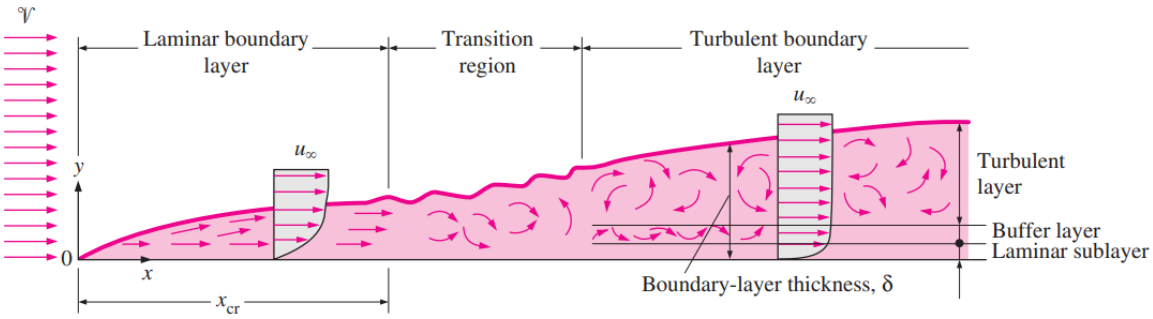
$$Nu = \left\{ 0{,}825 + \frac{0{,}387 Ra_l^{\frac{1}{6}}}{[1 + (0{,}492/Pr)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2 \quad (2)$$

Yatay levhalar için McAdams [2] tarafından verilen C ve n katsayıları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Yatay levhalar C ve n katsayıları [2]

Levha Konumu	Ra sayısı aralığı	C	n
Sıcak yüzey yukarı doğru	$10^4 - 10^7$	0,54	1/4
	$10^7 - 10^{11}$	0,15	1/3
Sıcak yüzey aşağı doğru	$10^5 - 10^{11}$	0,27	1/4

Kanatçıklı yüzeylerde doğal taşınım uygulaması sıklıkla kullanılmaktadır. Belirli bir hacimde yüzey alanını artırmak suretiyle kanatçıklar kullanılmasına karşın, eğer doğal taşınım sırasında oluşan sınır tabakalar (Şekil 4) birbirleri içerisine geçerse, yüzey alanı artmasına rağmen ısı transferi azalmaktadır. Bu nedenle kanatçıklar arasında uygun mesafe bırakılmalıdır. Dikdörtgen dikey levha kanatçıklar için uygun kanatçık aralığı ve buna bağlı ısıl taşınım katsayısı sırasıyla Bar-Cohen ve Rohsenow [4] tarafından denklem (3) ve (4)'te verilmiştir.



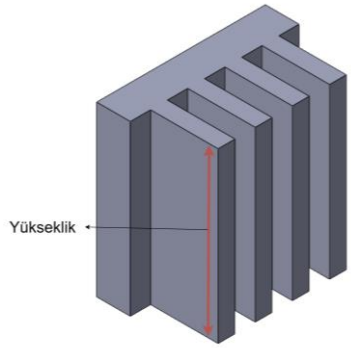
Şekil 4. Akış Sınır Tabakası [5]

$$S_{opt} = 2{,}714 \frac{L}{Ra_L^{0.25}} \quad (3)$$

$$h = 1{,}307 \frac{k}{S_{opt}} \quad (4)$$

S_{opt} uygun kanatçıklar arası mesafe, L karakteristik uzunluk ve h ısıl taşınım katsayısıdır. Dikdörtgen kanatçıklar için L karakteristik uzunluğu kanatçık yüksekliğidir (Şekil 5). Denklem (4)'ün kullanılması için S_{opt}'un kanatçık kalınlığından çok daha yüksek olması gerekmektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Şekil 5. Dikey yölendirilmiş dikdörtgen kanatçık karakteristik uzunluğu

Denklem (3) ve (4) kullanılamadığı durumlarda h denklem (5)'de verildiği gibi hesaplanır.

$$Nu = \frac{h * L}{k} \tag{5}$$

k havanın ısıl iletim katsayısıdır.

Yatay levha düz kanatçıklar için Dialameh vd. [6] tarafından Ra sayısına göre, $0{,}14 \leq \frac{H}{L} \leq 1{,}71$, $0{,}33 \leq \frac{S}{H} \leq 1{,}71$ ve $1 \leq \frac{H}{t} \leq 4$ aralıkları için Nu denklemleri denklem (6) ve (7)'de, h denklem (8)'da verilmiştir.

$$\overline{Nu}_s = 0{,}625(Ra)^{0{,}2382}\left(\frac{H}{L}\right)^{0{,}3674}\left(\frac{S}{H}\right)^{0{,}3303}\left(\frac{H}{t}\right)^{-0{,}0504}$$
$$Ra > 1500 \tag{6}$$

$$\overline{Nu}_s = 0{,}5007(Ra)^{0{,}2828}\left(\frac{H}{L}\right)^{0{,}4468}\left(\frac{S}{H}\right)^{0{,}3901}\left(\frac{H}{t}\right)^{-0{,}083}$$
$$Ra < 1500 \tag{7}$$

$$\overline{Nu}_s = \frac{hS}{k} \tag{8}$$

H kanatçık yüksekliği, L kanatçık uzunluğu, S kanatçıklar arası mesafe ve t kanatçık kalınlığıdır (Şekil 6).

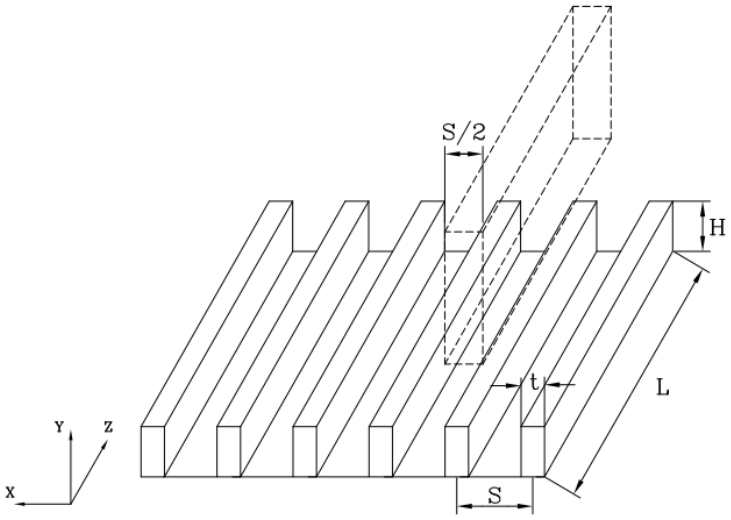
Dairesel yüzeyler (Şekil 7) için doğal taşınımda Ra, Nu ve h sırasıyla denklem (9), (10) ve (11)'de [5] ifade edilmiştir.

$$Ra_D = \frac{g\beta(T_S - T_\infty)D^3}{v^2}Pr \tag{9}$$

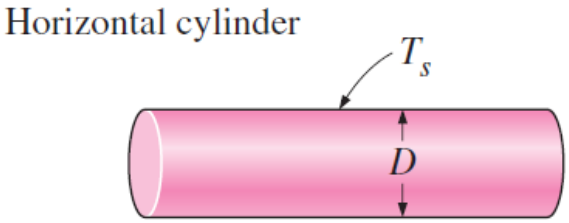
$$Nu = \left\{0{,}6 + \frac{0{,}687Ra_D^{1/6}}{[1 + (0{,}559/Pr)^{9/16}]^{8/27}}\right\}^2$$
$$Ra \leq 10^{12} \tag{10}$$

$$h = \frac{k}{D}Nu \tag{11}$$

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Şekil 6. Yatay yönlendirilmiş dikdörtgen kanatçık şematiği **[6]**



Şekil 7. Yatay yönlendirilmiş dairesel kanatçık şematiği **[5]**

Elde edilen h değerleri ile toplam ısı atımı (Q) denklem (12)'da verildiği gibi hesaplanır.

$$Q = hA_y(T_y - T_\infty) \tag{12}$$

A_y ilgili yüzey alanı, T_y yüzey sıcaklığı ve T_∞ akışkan (bu çalışma için ortam) sıcaklığıdır. W tipi kanatçıklar için doğal taşınımda Nu sayısı denklem (13) ile ifade edilmiştir [7].

$$Nu = 1{,}758Ra^{0.232}\left(\frac{L}{H}\right)^{0.282}\left(\frac{L}{S}\right)^{0.207} \quad Ra < 10^7 \tag{13}$$

Bu tip kanatçıklarda karakteristik uzunluk denklem (14) ile hesaplanır [7].

$$L_k^3 = SHLcos\theta \tag{14}$$

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3. IŞINIMLA ISI TRANSFERİ

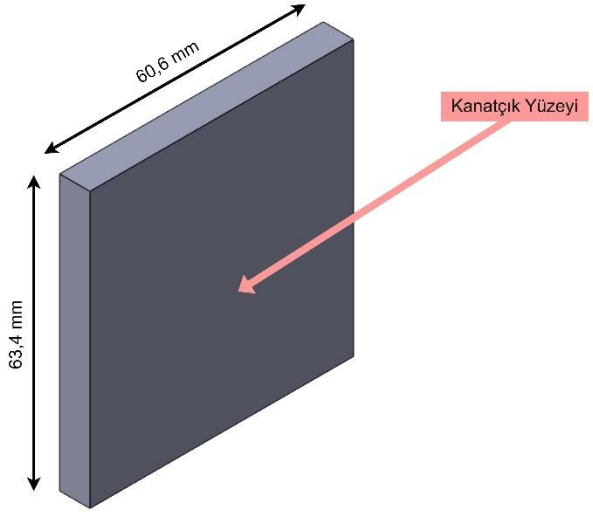
Işınımla ısı transferi fotonlar ya da elektromanyetik dalgalar vasıtasıyla gerçekleşir. Işınımla ısı transferinin gerçekleşmesi için bir ara ortama gereksinim yoktur. İki yüzeyin birbirini görmesi yeterlidir. Işınımla ısı transferi, katı cisim ile kendisini çevreleyen yüzeyler arasında ısıl denge oluşana kadar devam eder.

Doğal taşınım ortamlarında, havanın ışımaya karşı şeffaf olması nedeniyle bir gaz katmanı boyunca ısı transferi taşınım ile beraber ışıma ile gerçekleşir.
Başka yüzeylerle çevrili bir yüzeyin ışıma ile transferi denklem (15) ile hesaplanır.

$$Q_{ışıma} = \varepsilon\sigma A_y(T_y^4 - T_\infty^4) \tag{15}$$

4. SAYISAL HESAPLAMALAR

Bu çalışmada 4 farklı kanatçık profili, yatay ve dikey yönlendirilmiş () olarak değerlendirilmiştir. Bütün kanatçık yapıları için levha boyutu (Şekil 8)'de verilmiştir.
Dikey yönlendirilmiş dikdörtgen kanatçıklar için denklem (3) kullanılarak uygun kanatçıklar arası mesafe hesaplanmıştır. Karşılaştırma yapılabilmesi adına dikey yönlendirilmiş dikdörtgen aralıklı kanatçıklar için aynı kanatçıklar arası mesafe uygulanmıştır. Hem dikey hem yatay yöndeki aralıklar hesaplanan kanatçıklar arası mesafeden büyük olacak şekilde ayarlanmıştır. Dairesel kanatçıklar için dikdörtgen kanatçığın yatay ekseninde bulunan kanatçık sayıları eşit olacak şekilde ayarlanmış, kanatçıklar arası mesafe için literatürde birçok çalışma bulunmasından dolayı; üretim kolaylığı da sağlaması açısından yüksek aralık ($D/S = 3$) bırakılmıştır. Üçgen kanatçıkların teorik hesaplamaları çalışma içerisine dahil edilmemiş olup, CFD (hesaplamalı akışkanlar dinamiği) ile ele alınacaktır.
Dikey yönlendirilmiş dikdörtgen ve dikdörtgen aralıklı kanatçıkların h değerleri denklem (4) ile hesaplanmıştır.
Yatay yönlendirilmiş dikdörtgen ve dikdörtgen aralıklı kanatçıkların Nu ve h değerleri sırasıyla, denklem [(6), (7)] ve (8) ile hesaplanmıştır.
Bütün yönlendirilmeler ve kanatçık yapıları için ısı atımları denklem (12) ile hesaplanmıştır.



Şekil 8. Levha Boyutu

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Ra sayısının 1708'den küçük olduğu durumlarda $Nu = 1$ kabul edilir. Bu durum doğal taşınımın olmadığını, akışkan (hava) hareketinin stabil olduğunu gösterir. Akışkan hareketinin stabil olduğu durumlarda ısı transferi iletim ile gerçekleştirilmektedir. İletim ile ısı transferi denklem (14) ile verilmiştir.

$$Q = k_{hava} A_y \Delta T \tag{14}$$

Kullanılacak olan kanatçıklı yüzeylerin kapalı hacim içerisinde olacağı düşünülerek ışıma ile ısı transferi denklem (15) ile hesaplanarak toplam ısı atımına eklenmiştir. Kanatçık yapıları malzemesi olarak AL6061-T6 kullanılmıştır. Yapılar eloksal kaplı olarak hesaplanmıştır. Eloksal kaplı alüminyum malzemesinin ışıma katsayısı 0,85 alınmıştır [8].

- Dikdörtgen kanatçıklar, $20mm$ kanatçık uzunluğu, 25℃ ortam sıcaklığı, 90℃ taban sıcaklığı için;

$$Ra = \frac{9{,}81 * \left(\frac{1}{330{,}5}\right) * (90 - 25) * (0{,}06314)^3}{(1{,}89583 * 10^{-5})^2} \approx 9{,}499 * 10^5$$

β ısıl genleşme sayısı ve v kinematik viskozite, film sıcaklığı olan $330{,}5K$'de alınmıştır. L karakteristik uzunluğu kanat yüksekliği olan $63{,}14\ mm$'dir.

$$S_{opt} = 2{,}714 * \frac{0{,}06314}{(9{,}499 * 10^5)^{0{,}25}} \approx 0{,}00549\ m = 5{,}49\ mm$$

$$h = 1{,}307 * \frac{0{,}028557}{0{,}00549} \approx 6{,}8\ W/m^2K$$

k ısı iletim katsayısı, film sıcaklığı olan $330{,}5K$'de alınmıştır.

$$\begin{aligned} Q_{toplam} = Q_{taşınım} + Q_{ışıma} &= \left(hA_y\Delta T\right) + \left[\epsilon\sigma A_y\left(T_y^4 - T_\infty^4\right)\right] \\ &= [6{,}8 * 0{,}00808 * (90 - 25)] + [0{,}85 * 5{,}67 * 10^{-8} * 0{,}00808 * (363^4 - 298^4)] \\ &\approx 9{,}08\ W \end{aligned}$$

- Dikdörtgen aralıklı kanatçıklar, $20mm$ kanatçık uzunluğu, 25℃ ortam sıcaklığı, 90℃ taban sıcaklığı için;

$$Ra = \frac{9{,}81 * \beta * \left(T_y - T_\infty\right) * L^3}{v^2} = \frac{9{,}81 * \left(\frac{1}{330{,}5}\right) * (90 - 25) * (0{,}018)^3}{(1{,}89583 * 10^{-5})^2} \approx 2{,}201 * 10^4$$

β ısıl genleşme sayısı ve v kinematik viskozite, film sıcaklığı olan $330{,}5K$'de alınmıştır. L karakteristik uzunluğu kanat yüksekliği olan $18\ mm$'dir.

$$S_{opt} = 2{,}714 * \frac{0{,}018}{(2{,}201 * 10^4)^{0{,}25}} \approx 0{,}004\ m = 4\ mm$$

$$h = 1{,}307 * \frac{0{,}028557}{0{,}004} \approx 9{,}3\ W/m^2$$

k ısı iletim katsayısı, film sıcaklığı olan $330{,}5K$'de alınmıştır.

$$\begin{aligned} Q_{toplam} = Q_{taşınım} + Q_{ışıma} &= \left(hA_y\Delta T\right) + \left[\epsilon\sigma A_y\left(T_y^4 - T_\infty^4\right)\right] \\ &= [9{,}3 * 0{,}002376 * (90 - 25)] + [0{,}85 * 5{,}67 * 10^{-8} * 0{,}002376 * (363^4 - 298^4)] \\ &\approx 12{,}61\ W \end{aligned}$$

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

- Dairesel kanatçıklar, $20mm$ kanatçık uzunluğu, 25℃ ortam sıcaklığı, 90℃ taban sıcaklığı için;

$$Ra_D = \frac{9{,}81 * (\frac{1}{330{,}5}) * (90-25) * 0{,}002^3}{(1{,}89583 * 10^{-5})^2} * 0{,}703 \approx 75{,}44$$

$$Nu = 1{,}405$$

$$h = \frac{0{,}028557}{0{,}002} * 1{,}405 \approx 20{,}06\ W/m^2K$$

$$Q_{toplam} = Q_{taşınım} + Q_{ışıma} = 7{,}08\ W$$

Dikdörtgen, dikdörtgen aralıklı ve dairesel kanatçıklar, 25℃ ortam sıcaklığı, 90℃ kanatçık taban sıcaklığı ve $16, 20, 24\ mm$ kanatçık uzunlukları için hesaplanan değerler sırasıyla Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5'de verilmiştir.

- W tipi kanatçıklar, $20mm$ kanatçık uzunluğu, 25℃ ortam sıcaklığı, 90℃ taban sıcaklığı için;

$$Ra_D = \frac{9{,}81 * (\frac{1}{330{,}5}) * (90-25) * 0{,}00584^3}{(1{,}89583 * 10^{-5})^2} * 0{,}703 \approx 30{,}19$$

$$Nu = 6{,}259$$

$$h = \frac{0{,}028557}{0{,}00584} * 6{,}259 = 30{,}6$$

Tablo 3. Dikdörtgen kanatçık için sonuçlar

Kanatçık Uzunluğu (mm)	Atılan Toplam Isı (W)
16	14,527
20	18,159
24	21,790

Tablo 4. Dikdörtgen aralıklı kanatçık için sonuçlar

Kanatçık Uzunluğu (mm)	Atılan Toplam Isı (W)
16	20,179
20	25,224
24	31,526

Tablo 5. Dairesel kanatçık için sonuçlar

Kanatçık Uzunluğu (mm)	Atılan Toplam Isı (W)
16	11,33
20	14,162
24	16,995

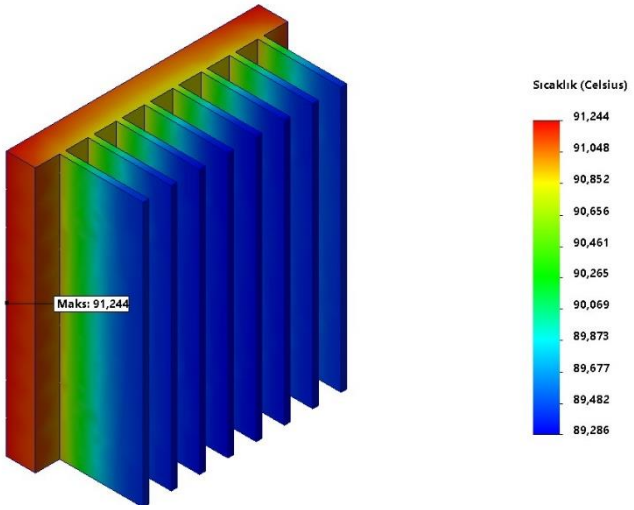
ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Tablo 6. W tipi kanatçık için sonuçlar

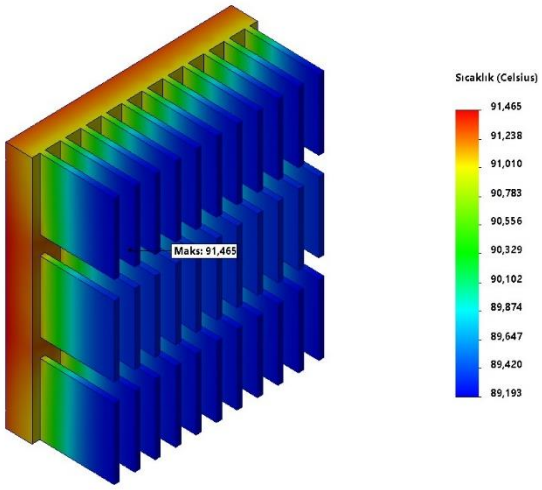
Kanatçık Uzunluğu (mm)	Atılan Toplam Isı (W)
16	29,247
20	35,133
24	40,823

5. SONLU ELEMANLAR METODU

Şekil 3'de verilen profiller SolidWorks programı yardımıyla modellenmiştir. Solidworks Simulation modülü ile termal analizler gerçekleştirilmiştir. Kanatçık uzunluğu 10mm olan profillerin 25℃ ortam sıcaklığı, 90℃ kanatçık taban sıcaklığında, sıcaklık analizi sonuçları, sırasıyla dikdörtgen, dikdörtgen aralıklı ve dairesel kanatçık için Şekil 9, Şekil 10, ve Şekil 11'da gösterilmiştir.

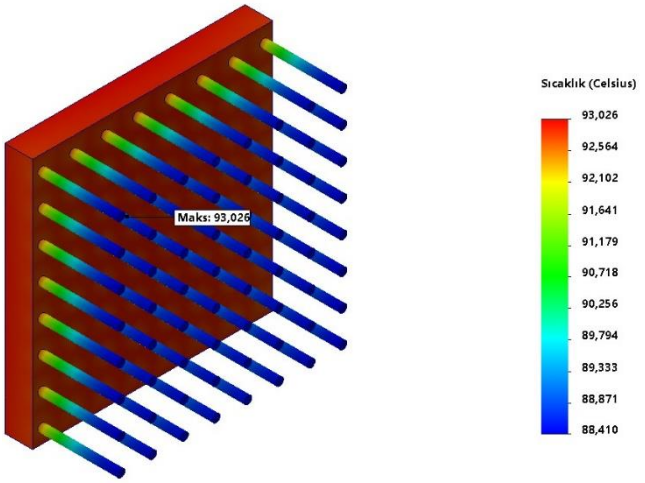


Şekil 9. $\mathbf{18,159}\boldsymbol{W}$ ısıl yük için dikdörtgen kanatçık, kanatçık uzunluğu $\mathbf{20}\boldsymbol{mm}$ termal analiz sonuçları

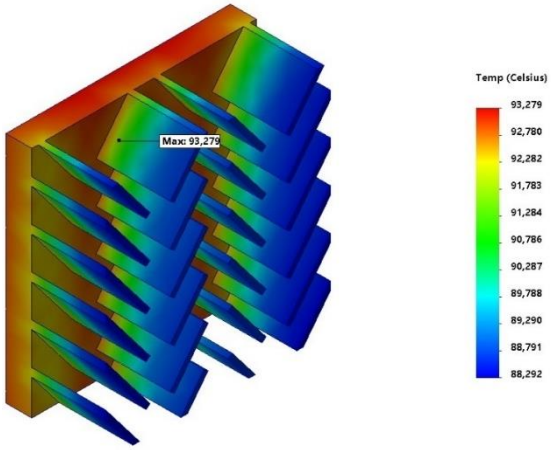


ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Şekil 10. $\mathbf{25,224}\boldsymbol{W}$ ısıl yük için dikdörtgen aralıklı kanatçık, kanatçık uzunluğu $\mathbf{20}\boldsymbol{mm}$ termal analiz sonuçları



Şekil 11. $\mathbf{14,162}\boldsymbol{W}$ ısıl yük, dairesel kanatçık ve kanatçık uzunluğu $\mathbf{20}\boldsymbol{mm}$ termal analiz sonuçları

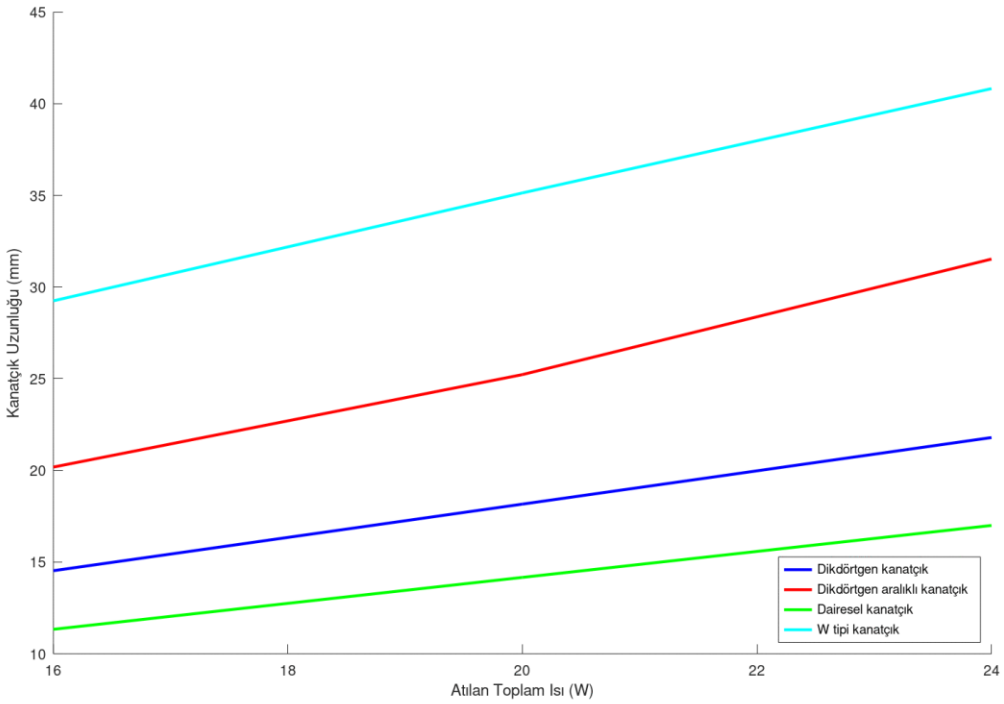


Şekil 12. $\mathbf{35,133}\boldsymbol{W}$ ısıl yük, W tipi kanatçık ve kanatçık uzunluğu $\mathbf{20}\boldsymbol{mm}$ termal analiz sonuçları

6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Teorik ve analiz sonuçları bu bölümde karşılaştırılmıştır.
Analiz sonuçları incelendiğinde kanatçık taban sıcaklıkları teorik sonuçlar ile örtüşmektedir. Dairesel kanatçık yapısı, iletim direncini diğer yapılara nazaran daha çok arttırdığından levhanın sıcaklığının kanatçık uzunluğu arttıkça artacağı öngörülmüştür. $20mm$ kanatçık uzunluğu termal analiz sonuçları (Şekil 11) incelendiğinde, kanatçık sıcaklığı ortalama ~90℃ iken, taban sıcaklığı ~93℃'dir. Benzer bir durum W tipi kanatçık içinde geçerlidir.
Kanatçık uzunluklarına göre toplam ısı atımı grafiği (Şekil 13)'de verilmiştir. Grafik incelendiğinde en iyi ısı atımının W tipi kanatçıkta olduğu gözükmektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Şekil 13. Kanatçık uzunluğuna göre toplam ısı atımları

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

PELTOPHORUM PTEROCARPUM BİTKİSİNDEN ELDE EDİLEN DOĞAL BOYANIN BOYA DUYARLI GÜNEŞ HÜCRELERİNDE KULLANIMI: CDS KATKISININ DİKKAT ÇEKİCİ YÜKSEK VERİME ETKİSİ

Doç. Dr. Mücella ÖZBAY KARAKUŞ
Yozgat Bozok Üniversitesi,
mucella.karakus@yobu.edu.tr - 0000-0003-0599-8802

ÖZET

Bu çalışmada, Peltophorum pterocarpum bitkisinden elde edilen doğal bir boya, boya duyarlı güneş pilleri (DSSC) için duyarlılaştırıcı olarak kullanılmıştır. Doğal boyalarla üretilen DSSC yapıları, güneş pili araştırmalarında son yıllarda ortaya çıkan yenilikçi bir yaklaşımı temsil etmekte ve çevre dostu malzemelerin güneş pili üretiminde kullanımını teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmada üretilen DSSC'ler, nano-TiO_2 kaplı FTO'nun fotoanot ve platin kaplı FTO'nun karşı elektrot olarak kullanılmasıyla tasarlanmıştır. TiO2 pastası, 450 °C'de 30 dakika sinterlenmiş ve ardından TiO_2 kaplı FTO katmanları 24 saat boyunca hazırlanmış doğal boya çözeltisine daldırılmıştır. Hücre performansını artırmak amacıyla kadmiyum sülfür (CdS) eş-duyarlılaştırıcı olarak eklenmiştir. DSSC'lerin elektriksel karakterizasyonları 1000 W/m² ışık şiddeti altında gerçekleştirilmiş ve doğal boya tabanlı hücre için %5,8'lik bir güç dönüşüm verimliliği (PCE) elde edilmiştir. CdS ilavesi ile bu verim %6,9'a yükselmiş ve verimde %1'in üzerinde bir artış sağlanmıştır. Sonuçlar, CdS eş-duyarlılaştırmasının güneş pillerinin tüm temel parametrelerini olumlu yönde etkileyerek genel performansı artırdığını göstermektedir. Bu çalışma, Peltophorum pterocarpum bitkisinin doğal bir boya olarak potansiyelini vurgularken, CdS eş-duyarlılaştırmasının DSSC verimliliğini artırmadaki etkinliğini de ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: DSSC, Doğal Boya, CdS

THE UTILIZATION OF NATURAL DYE EXTRACTED FROM PELTOPHORUM PTEROCARPUM IN DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS: ACHIEVING REMARKABLY HIGH EFFICIENCY WITH CdS CO-SENSITIZATION

ABSTRACT

In this study, a natural dye extracted from the Peltophorum pterocarpum plant was utilized as a sensitizer for dye-sensitized solar cells (DSSCs). DSSC structures produced with natural dyes represent a recent development in solar cell research, aiming to promote the use of environmentally friendly materials in solar cell fabrication. The DSSCs in this work were fabricated using nano-TiO2-coated FTO as the photoanode and platinum-coated FTO as the counter electrode. The TiO2 paste was sintered at 450 °C for 30 minutes, and the TiO2-coated

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

FTO layers were immersed in the prepared natural dye for 24 hours. To enhance the performance, cadmium sulfide (CdS) was introduced as a co-sensitizer. Electrical characterizations of the DSSCs were performed under a 1000 W/m² light intensity, revealing a power conversion efficiency (PCE) of 5.8% for the natural dye-based cell. With the addition of CdS, the efficiency increased to 6.9%, showing an improvement of over 1% in the PCE. The results indicate that CdS co-sensitization positively influenced all key parameters of the solar cells, enhancing their overall performance. This study highlights the potential of Peltophorum pterocarpum as a natural dye and demonstrates the effectiveness of CdS co-sensitization in improving DSSC efficiency.

Keywords: DSSC, Natural Dye, CdS

1. GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yoğun ilgi, boya duyarlı güneş hücrelerinin (DSSC) yeni nesil güneş enerjisi teknolojileri arasında yer almasını sağlamıştır. DSSC'ler, geleneksel silikon esaslı güneş hücrelerine kıyasla göreceli düşük üretim maliyetine karşılık yüksek enerji dönüşüm verimi sunmaları nedeniyle dikkat çekmektedir [1, 2]. Bu cihazlar, yarı iletken fotoelektrot materyalinin yüzeyine yerleştirilen duyarlılaştırıcı boya molekülleri aracılığıyla ışığı elektrik enerjisine çevirmektedir. Fotoelektrot materyali olarak kullanılan TiO_2 ve ZnO gibi yarı iletkenler, görünür ışık spektrumunda sınırlı bir absorpsiyon kapasitesine sahiptir. Bu sınırlamaları aşmak için, ışık emilimini artırarak daha fazla uyarılmış elektron üretimini mümkün kılan duyarlılaştırıcı boyalar kullanılmıştır. DSSC'lerde en yaygın olarak sentetik Rutenyum tabanlı N719 ve N3 boyalar kullanılmaktadır. Bu boyalar, yüksek fotoelektrik dönüşüm verimliliği sağlamasına rağmen, Rutenyum kaynaklarının kısıtlılığı ve bu tür boyaların üretim maliyetlerinin yüksek olması, uzun vadede sürdürülebilirliklerini sınırlandırmaktadır [3, 4, 5, 6]. Bu nedenle, araştırmalar doğal ve bol miktarda bulunabilen boyaların potansiyel kullanımına yönelmiştir.

DSSC'ler, yüzeylerine boya adsorbe edilmiş TiO_2 nano parçacıklardan oluşan, gözenekli, nanokristalin, geniş bant aralıklı, yarı iletken oksit filmle kaplanmış iletken bir foto elektrottan oluşurken, platin veya grafitle kaplanmış bir arka elektrot ve boyaya kaybettiği elektronu yeniden kazandıran ve hücre içerisinde katalizör olarak görev alan, redoks çiftini içeren, bir elektrolit çözeltisi ihtiva etmektedir [7, 8, 9]. TiO_2 nano yapıları, on yıldan fazla bir süredir DSSC'lerdeki potansiyel uygulamaları nedeniyle büyük bir ilgi görmüş ve DSSC'lerden, günümüze kadar en yüksek verimlilik TiO_2 ile elde edilmiştir. DSSC'nin güç dönüşüm verimliliğini artırmak için yüksek yüzey alanına ve düşük elektron rekombinasyon oranına sahip foto elektrotların elde edilmesi oldukça önemlidir [10, 11]. Bunun yanı sıra yüksek verimli DSSC'ler elde etmek için doğal boyaların performanslarının incelenmesi önemlidir.

Son araştırmalar, malzemenin daha da iyileştirilmesi ve dikkate değer bir performansa sahip olması için araştırılması gereken parametreleri varsayımsal olarak vurgulamıştır; bu parametreler, malzeme özelliklerinin araştırılması, foto elektrodun yüzey durumu ve birleşik soğurucuları içermekle beraber bunlarla sınırlı değildir [12]. Nitekim DSSC'lerde çeşitli inorganik yarı iletken nano parçacıklar kullanılmıştır [13-15]. Özellikle, kadmiyum sülfür

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

(CdS) mükemmel derecede ışığa duyarlı bir malzemedir ve 2,42 eV'lik doğrudan bant aralığına (E_g) sahiptir. Enerji seviyelerinin organik yarı iletkenlerin enerji seviyeleriyle iyi eşleşmesi, onu güneş hücrelerinde aktif tabaka oluşturmak üzere elektron vericisi olarak iyi bir aday haline getirmektedir [13, 16-18]. CdS, CdSe ve CdTe dahil olmak üzere Cd kalkojenür, güneş hücreleri için en popüler yarı iletken nanomalzemelerdir [12]. Bununla birlikte, CdTe ve CdS son zamanlarda üretimdeki basitlikleri, yüksek enerji bant aralığı ve mükemmel optoelektronik özellikleri nedeniyle araştırmacıların dikkatini çekmiştir [19]. CdS'nin büyük elektron alıcı özelliklerine sahip inorganik bir yarı iletken olması, CdS'yi 2,42 eV bant aralığına sahip PV hücreleri için mükemmel bir fotoaktif malzeme haline getirmektedir [20]. Yapı içerisinde daha iyi foto elektrot yüzey tutunması için alt tabaka olarak bir TiO_2 tabakası kullanılmaktadır. Duyarlılaştırıcılar için birincil geçirgen alt tabaka için düzgün şekilde hizalanmış bir ağın DSSC'lerin etkinliğini artıracağından şüphe yoktur. Fotoanot ile elektrolit arasındaki sınırda elektron rekombinasyonunu azaltmak için, duyarlılaştırılmış TiO_2 tabakasının üzerine bir pasifleştirme tabakası da yerleştirilmelidir [12] . Ek olarak, bu onu aktif tabaka olarak başka bir yarı iletkenle hibrit heterojunction güneş hücreleri üretmede kullanım için mükemmel bir malzeme haline getirmektedir.

DSSC'lerin verimliliğinin daha düşük bir maliyetle daha yüksek bir değere ulaşabileceği öngörülmektedir [12]. Son raporlar, metal kalkogenür güneş hücrelerinin PCE'sinin çift katmanlı elektrotlar kullanılarak ve malzemeyi kızılötesi boyalar kullanarak duyarlılaştırarak daha da iyileştirilebileceğini göstermiştir [20]. P3HT ve CdS nanopartiküllerinin rutenyum boyalar (N719) kullanılarak hassaslaştırıldığı bir heterojunction hibrit güneş hücresinde %1,06'lık bir dönüşüm verimliliği bildirilmiştir [21]; boya olmadan, CdS-P3HT heterojunksiyonları yalnızca %0,06'lık bir verimlilik göstermiştir. CdS nanoparçacıkları P3HT ana zincirleri boyunca oluşturulduğunda, karşılık gelen güneş hücreleri %2,9'luk bir verimlilik göstermiştir [22]. CdS-P3HT güneş hücrelerinin en iyi dönüşüm verimliliği, yüksek bir arayüz yüzeyine ulaşmak için P3HT nanotelleri üzerine biriktirilen CdS kuantum noktalarıyla %4,1 olarak bildirilmiştir [17].

Güneş hücreleri için bu inorganik yarı iletken malzemenin (CdS) oldukça ümit verici olduğu gösterilmiştir [19]. Büyük ölçekli üretimde ince film PV hücreleri için kullanılmış olam ilk malzemedir. Cd kalkogenür DSSC'lerin ticarileştirilmesini sağlamak için, mevcut araştırmacılar nanomalzemenin genel verimliliğini iyileştirmeye odaklanmıştır. Bunun yanında devamlılığı ve maliyeti göz önüne alındığında DSSC yapılarında %6,07 gibi yüksek bir dönüşüm verimi ile [23] göze çarpan P. pterocarpum bitkisinden elde edilen boyar maddenin ticari boyalar yerine incelenmesi gerektiği ve CdS ile kombinasyonunun değerlendirilmesi düşünülmektedir.

Bu çalışmada, cihaz performansını artırmak için DSSC'lerde fotoanot olarak kullanılan TiO_2 tabakaya absorbe edilmiş doğal boyaya CdS katkısının etkisi test edilmiştir. Duyarlılaştırıcı boyar madde etanol ile *Peltophorum pterocarpum* bitkisinden ekstrakte edilmiştir. Üretilen DSSC'lerin güç dönüşüm verimliliğini analiz etmek için I-V karakteristikleri elde edilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Sarı poinciana olarak da bilinen *Peltophoroum pterocarpum* bitkisinin yaprakları toplannış ve örnekler toz parçacıklarından kurtulmak için akan musluk suyuyla yıkanmıştır. Yıkamadan sonra örnekler oda sıcaklığında dört hafta boyunca gölgede kurutulmuştur. Örnekler daha sonra havan ve tokmakla iri toz haline getirilmiştir. Maserasyon, toz haline getirilmiş bitkinin kapalı bir kapta uygun bir çözücüde bekletilmesini içeren bitkiden boya çıkarmak için kullanılan bir tekniktir. Burada çözücü olarak etanol kullanılmıştır. P. pterocarpum'un yaklaşık 25 g iri toz haline getirilmiş yaprakları, 100 ml etanolde çözülmüş ve 48 saat oda koşullarında, karanlık bir ortamda bekletilmiştir. 48 saat sonra ekstrakt, berrak bir çözelti elde etmek için filtre kağıdı kullanılarak süzülmüştür. Boyanın ışığa maruz kalmasını önlemek için, Görsel 1'de verilen boyar madde alüminyum folyo ile kaplanarak muhafaza edilmiştir.



Görsel 1. Peltophoroum pterocarpum bitkisi (solda) ve boya ekstraktı (sağda)

Güneş pili hazırlanması aşamasında, ticari olarak satın alınan Flor katkılı Kalay oksit (FTO) kaplı cam alt taşlar (7 Ω/ cm^2) deterjanla yıkandıktan sonra saf suyla durulanmış ve azot gazı ile kurutulmuştur. 5x5 mm^2 karesel aktif alan oluşturacak şekilde TiO_2 pasta (Ti-Nanoxide D/SP) 'doktor blade' tekniğiyle FTO üzerine uygulanmıştır [24]. Foto elektrotun üretimine müteakip $TiCl_4$ ile muamele işlemi öncesinde kademeli olarak ısıtılarak 450 °C'de 30 dk. boyunca ilk sinterleme işlemi tamamlanmıştır. $TiCl_4$ ile 40 mM sulu çözelti hazırlanarak 70°C'ye kadar ısıtılmış ve TiO_2 foto elektrotlar 30 dakika süreyle $TiCl_4$ ile muamele edilmiştir. Sonrasında çözeltiden alınarak deiyonize su ve etanolle yıkanan foto elektrotlar yine kademeli olarak ısıtılarak 450 °C'de 30 dk. boyunca ikinci sinterleme işlemine tabi tutulmuştur. Foto elektrotlar sinterleme işleminden sonra yaklaşık 50-60 °C'ye kadar soğuduktan sonra, karanlık koşullarda oda sıcaklığında, 18 saat boyunca, etanolik P. Pterocarpum esaslı duyarlılaştırıcı boyar madde çözeltisine daldırılmasının ardından su ve etanolle yıkanıp kurutulmuştur. İlk seri DSSC'lerin bu şekilde üretimi tamamlanırken CdS katkısı için ticari olarak satın alınan CdS-n tozları dimetil sülfoksit (DMSO) içinde dağıtılarak boyar madde adsorbe edilmiş TiO_2 katmanı yüzeyine dönel kaplama ile biriktirilmiş ve gözenekli bir CdS-n tabakası oluşturmak için kurutulmuştur. Son aşamada, tüm aktif tabakalar, 170°C'de 10 dakika boyunca hava ortamında sinterlenmiştir.

Platin kaplanan FTO kaplı arka elektrotlar, 420°C'de 15 dakika sinterlenmiş ve 60 µm kalınlığında Meltonix 1170-60 kodlu 60 µm kalınlığında ısıyla eriyen sızdırmazlık contası (sealing) kullanılarak fotoelektrotlarla birleştirilmiş ve sandviç haline getirilmiş olan iki elektrot arasına iyodür/triiyodür redoks çifti içeren sıvı elektrolit enjekte edilmiştir. Platin elektrotlar ve Meltonix 1170-60 Solaronix'ten, diğer kimyasallar ise Merck'ten temin edilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Deneyin tekrarlanabilirliğini test etmek ve deneysel hataları en aza indirmek için her DSSC tipi için üç numune üretilmiştir.

DSSC'lerin akım-gerilim (I-V) ölçümleri, Science Tech SLB-300A kullanılarak 1000 W/m^2, AM1.5 aydınlatma yoğunluğu altında yapılmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

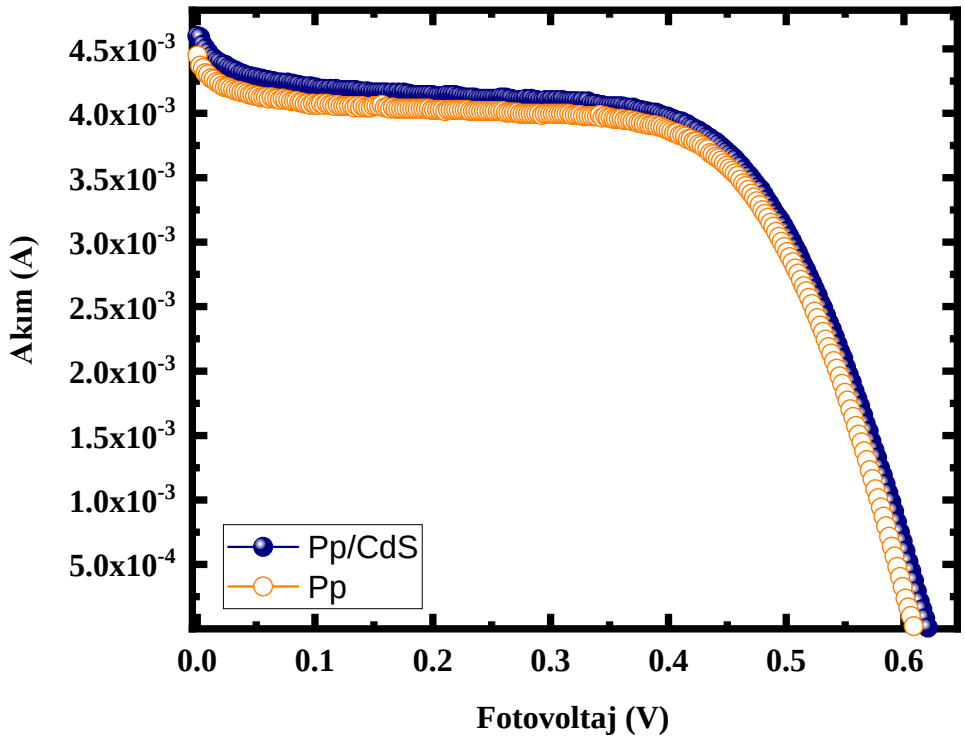
Fotovoltaik uygulama için Pp/CdS kompozit boyar maddenin potansiyelini araştırmak için DSSC parametreleri AM 1.5'ta 1000 W/m^2 aydınlatma altında ölçülmüştür. Görsel 2, imal edilen hücrelerin akım-gerilim grafiklerini göstermekte ve bu grafiklerden elde edilen veriler Çizelge 1'de özetlenmektedir. Doldurma faktörü (FF) ve enerji dönüşüm verimliliği η (%) aşağıda verilen denklem (1) ve (2) kullanılarak hesaplanmıştır:

$$FF = \frac{V_{max} x J_{max}}{V_{oc} x J_{sc}} \quad (1)$$

$$\eta(\%) = \frac{V_{oc} x J_{sc} x FF}{P_{in}} \quad (2)$$

J_{max} ve V_{max} sırasıyla I–V eğrisindeki maksimum çıkış gücü noktasındaki fotoakım yoğunluğunu ve fotovoltajı temsil etmektedir. V_{OC} ve J_{SC} sırasıyla açık devre gerilimi ve kısa devre akım yoğunluğu ve P_{in} hücreye gelen aydınlatma miktarıdır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 2. Üretilen DSSC'lerin fotovoltaja karşı fotoakım grafikleri

Çizelge 1'de gösterildiği gibi, CdS katkılı Pterocarpum esaslı duyarlılaştırıcı boyar madde kullanılan hücreler % 6.9 ile CdS katkılanmadan üretilen DSSC'lerden elde edilen %5.8'lik enerji dönüşüm verimine nazaran %1'in üzerinde iyileştirilmiş bir performans sergilemektedir.

Çizelge 1. DSSC'lerin performans parametreleri

Boyar Madde	V_{OC} / mV	J_{SC} / mA cm^{-2}	FF	μ / %
Pp	608 ± 1	14 ± 0.4	0.53 ± 0.01	5.78 ± 0.3
Pp/CdS	620 ± 2	16 ± 0.1	0.60 ± 0.03	6.87 ± 0.2

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, Peltophorum pterocarpum bitkisinden elde edilen doğal boya ile üretilen DSSC'lerin performansı, kadmiyum sülfür (CdS) katkısıyla değerlendirilmiştir. Sonuçlar, doğal boyanın çevre dostu ve düşük maliyetli bir alternatif olduğunu, CdS'nin ise foto elektrot performansını artırarak enerji dönüşüm verimliliğini %5,8'den %6,9'a çıkardığını göstermektedir. CdS katkısının, hücrelerin kısa devre akım yoğunluğu (Jsc) ve açık devre gerilimi (Voc) gibi temel parametrelerini iyileştirdiği de gözlemlenmiştir. Bu da CdS'nin DSSC'lerde eş-duyarlılaştırıcı olarak yüksek potansiyel sunduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışma, doğal boyaların sürdürülebilir enerji üretimindeki önemini vurgularken, CdS ile kombine edilen yapıların yenilikçi güneş hücresi tasarımlarında kullanım için büyük bir potansiyel taşıdığını göstermektedir. Bu sonuçlar, hem akademik araştırmalar hem de

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

endüstriyel uygulamalar için umut verici bir yol haritası sunmaktadır. Gelecekte, CdS'nin toksisite ve çevresel etkilerini azaltacak yöntemlerin araştırılması, bu yapının daha geniş çapta uygulanabilirliğini sağlamada önemli bir adım olacaktır.

KAYNAKÇA

[1] O'Regan, B., Grätzel, M. A Low-Cost, High-Efficiency Solar Cell Based on Dye-Sensitized Colloidal TiO2 Films, Nature, September, 353(6346), 737-740, 1991.

[2] Hsieh, M. Y., Lai, F. I., Chen, W. C., Hsieh, M. C., Hu, H. Y., Yu, P., Kuo, S. Y. Realizing Omnidirectional Light Harvesting by Employing Hierarchical Architecture for Dye Sensitized Solar Cells, Nanoscale, March, 8(10), 5478-5487, 2016.

[3] Chang, H., Lo, Y. J. Pomegranate Leaves and Mulberry Fruit as Natural Sensitizers for Dye-Sensitized Solar Cells, Solar Energy, October, 84(10), 1833-1837, 2010.

[4] Chang, H., Wu, H. M., Chen, T. L., Huang, K. D., Jwo, C. S., Lo, Y. J. Dye-Sensitized Solar Cell Using Natural Dyes Extracted from Spinach and Ipomoea, Journal of Alloys and Compounds, February, 495(2), 606-610, 2010.

[5] Ma, Q. L., Ma, S., Huang, Y. M. Enhanced Photovoltaic Performance of Dye Sensitized Solar Cell with ZnO Nanohoneycombs Decorated TiO2 Photoanode, Materials Letters, November, 218, 237-240, 2018.

[6] Sinha, D., De, D., Ayaz, A. Performance and Stability Analysis of Curcumin Dye as a Photo Sensitizer Used in Nanostructured ZnO Based DSSC, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, March, 193, 467-474, 2018.

[7] Hardin, B. E., Snaith, H. J., McGehee, M. D. The Renaissance of Dye-Sensitized Solar Cells, Nature Photonics, March, 6(3), 162-169, 2012.

[8] El-Agez, T. M., El Tayyan, A. A., Al-Kahlout, A., Taya, S. A., Abdel-Latif, M. S. Dye-Sensitized Solar Cells Based on ZnO Films and Natural Dyes, International Journal of Materials and Chemistry, June, 2(3), 105-110, 2012.

[9] Shalini, S., Balasundaraprabhu, R., Kumar, T. S., Sivakumaran, K., Kannan, M. D. Synergistic Effect of Sodium and Yeast in Improving the Efficiency of DSSC Sensitized with Extract from Petals of Kigelia Africana, Optical Materials, November, 79, 210-219, 2018.

[10] Cauda, V., Pugliese, D., Garino, N., Sacco, A., Bianco, S., Bella, F., Gerbaldi, C. Multi-Functional Energy Conversion and Storage Electrodes Using Flower-Like Zinc Oxide Nanostructures, Energy, December, 65, 639-646, 2014.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[11] Memarian, N., Concina, I., Braga, A., Rozati, S. M., Vomiero, A., Sberveglieri, G. Hierarchically Assembled ZnO Nanocrystallites for High-Efficiency Dye-Sensitized Solar Cells, Angewandte Chemie International Edition, December, 50(51), 12321, 2011.

[12] Heo, J. H., Im, S. H., Noh, J. H., Mandal, T. N., Lim, C. S., Chang, J. A., Seok, S. I. Efficient Inorganic–Organic Hybrid Heterojunction Solar Cells Containing Perovskite Compound and Polymeric Hole Conductors, Nature Photonics, June, 7(6), 486-491, 2013..

[13] Wright, M., Uddin, A. Organic–Inorganic Hybrid Solar Cells: A Comparative Review, Solar Energy Materials and Solar Cells, November, 107, 87-111, 2012.

[14] Saunders, B. R. Hybrid Polymer/Nanoparticle Solar Cells: Preparation, Principles and Challenges, Journal of Colloid and Interface Science, January, 369(1), 1-15, 2012.

[15] Alparslan, Z., Kösemen, A., Ornek, O., Yerli, Y., San, S. E. TiO2-Based Organic Hybrid Solar Cells with Mn Doping, Research Article, 2011.

[16] Jiang, X., Chen, F., Xu, H., Yang, L., Qiu, W., Shi, M., Chen, H. Template-Free Synthesis of Vertically Aligned CdS Nanorods and Its Application in Hybrid Solar Cells, Solar Energy Materials and Solar Cells, February, 94(2), 338-344, 2010.

[17] Ren, S., Chang, L. Y., Lim, S. K., Zhao, J., Smith, M., Zhao, N., Gradečak, S. Inorganic–Organic Hybrid Solar Cell: Bridging Quantum Dots to Conjugated Polymer Nanowires, Nano Letters, September, 11(9), 3998-4002, 2011.

[18] Zhong, M., Yang, D., Zhang, J., Shi, J., Wang, X., Li, C. Improving the Performance of CdS/P3HT Hybrid Inverted Solar Cells by Interfacial Modification, Solar Energy Materials and Solar Cells, July, 96, 160-165, 2012.

[19] Sagadevan, S., Pandurangan, K. Synthesis, Structural, Optical and Electrical Properties of Cadmium Sulphide Thin Films by Chemical Bath Deposition Method, International Journal of Chemtech Research, December, 6, 3748-3752, 2014.

[20] Shoyiga, H. O., Akpasi, S. O., Akpan, J., Amune, U. O., Kiambi, S. L. Novel Photoactive Material and Fabrication Techniques for Solar Cells Application: Nanocellulose-Based Graphene Oxide CdS Composite, Clean Energy, April, 8(2), 189–216, 2024.

[21] Martínez-Alonso, C., Rodríguez-Castañeda, C. A., Moreno-Romero, P., Coria-Monroy, C. S., Hu, H. Cadmium Sulfide Nanoparticles Synthesized by Microwave Heating for Hybrid Solar Cell Applications, International Journal of Photoenergy, January, 2014(1), 453747, 2014.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[22] Liao, H. C., Chen, S. Y., Liu, D. M. In-Situ Growing CdS Single-Crystal Nanorods via P3HT Polymer as a Soft Template for Enhancing Photovoltaic Performance, Macromolecules, September, 42(17), 6558-6563, 2009.

[23] Triyanto, A., Ali, N., Salleh, H. Development of Natural Dye Photosensitizers for Dye-Sensitized Solar Cells: A Review, Environmental Science and Pollution Research, October, 31, 31679–31690, 2024.

[24] Karakuş, M. Ö., Yakışıklıer, M. E., Delibaş, A., Ayyıldız, E., Çetin, H. Anionic and Cationic Polymer-Based Quasi-Solid-State Dye-Sensitized Solar Cell with Poly (Aniline) Counter Electrode, Solar Energy, May, 195, 565–572, 2020.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

DSSC PERFORMANSININ YÜKSELTİLMESİNDE YENİLİKÇİ BİR YAKLAŞIM: ZNO NANOROD ÜZERİNDE AG/PANI KOMPOZİT ARKA ELEKTROT İLE %11 VERİM ELDESİ

Doç. Dr. Mücella ÖZBAY KARAKUŞ

Yozgat Bozok Üniversitesi,

mucella.karakus@yobu.edu.tr - 0000-0003-0599-8802

ÖZET

Bu çalışmada, boyayla duyarlılaştırılmış güneş pilleri (DSSC) için arka elektrot olarak çinko oksit (ZnO) nanorodlar üzerine gümüş (Ag) nanoparçacık katkılı polianilin (PANI) kompozit yapılar kullanılarak güneş pili performansının iyileştirilmesi hedeflenmiştir. DSSC yapılarında kullanılan geleneksel platin (Pt) arka elektrotlar yüksek maliyeti ve sınırlı bulunabilirliği nedeniyle sürdürülebilir alternatiflerin geliştirilmesini gerektirmektedir. Çalışmamız, uygun maliyetli, çevre dostu ve yüksek iletkenlik sunan alternatif arka elektrotların geliştirilmesine odaklanmaktadır. Bu kapsamda, ZnO nanorodlar geniş yüzey alanı ve üstün optoelektronik özellikleri nedeniyle seçilmiş, Ag nanoparçacıklarla modifiye edilerek elektron iletkenliği artırılmıştır. PANI, yapının iletkenliğini desteklemek ve cihazın stabilitesini artırmak için kompozit yapı olarak entegre edilmiştir. Boyar madde olarak N719 kodlu boya kullanılmış olan DSSC'lerin elektriksel karakterizasyonları 1000 W/m² ışık şiddeti altında gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar ZnO/Ag/PANI kompozit yapılarının, geleneksel arka elektrotlara kıyasla daha yüksek verimlilik ve stabilite sağladığını ortaya koymuştur. Nitekim geleneksel Pt arka elektrot kullanıldığında %9 verim elde edilirken, ZnO/Ag/PANI kompozit yapısının kullanımıyla bu değer %11'e yükselmiştir. Bu sonuçlar, ZnO/Ag/PANI kompozit yapılarının DSSC performansını artırmada etkili bir alternatif olduğunu ve düşük maliyetli, yüksek verimli güneş pili teknolojileri için umut vadettiğini göstermekte ve çalışma, DSSC teknolojisinde maliyeti düşürmek ve performansı artırmak amacıyla yenilikçi malzeme tasarımına yönelik önemli bir katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: DSSC, ZnO/Ag/PANI kompozit, Arka elektrot

AN INNOVATIVE APPROACH TO ENHANCING DSSC PERFORMANCE: ACHIEVING 11% EFFICIENCY WITH AG/PANI COMPOSITE COUNTER ELECTRODE WITH ZNO NANORODS

ABSTRACT

This study aims to enhance the performance of dye-sensitized solar cells (DSSCs) by using silver (Ag) nanoparticle-doped polyaniline (PANI) composite structures on zinc oxide (ZnO)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

nanorods as a back electrode. Traditional platinum (Pt) back electrodes used in DSSC structures are expensive and have limited availability, necessitating the development of sustainable alternatives. Our research focuses on designing cost-effective, environmentally friendly, and highly conductive back electrodes. In this context, ZnO nanorods were selected for their large surface area and superior optoelectronic properties and modified with Ag nanoparticles to improve electron conductivity. PANI was incorporated as a composite material to enhance the structure's conductivity and stability. DSSCs were fabricated using N719 dye as the sensitizer, and their electrical characterizations were performed under 1000 W/m² light intensity. The results demonstrated that ZnO/Ag/PANI composite structures provided significantly higher efficiency and stability compared to conventional back electrodes. While the conventional Pt back electrode achieved an efficiency of 9%, the ZnO/Ag/PANI composite structure increased this value to 11%. These findings highlight the potential of ZnO/Ag/PANI composite structures as an effective alternative to improve DSSC performance and offer promising solutions for cost-effective and high-efficiency solar cell technologies. This study provides a significant contribution to innovative material design aimed at reducing costs and enhancing the performance of DSSC technology.

Keywords: DSSC, ZnO/Ag/PANI composite, Counter electrode

1. GİRİŞ

Boyayla duyarlılaştırılmış güneş hücreleri (DSSC), yeşil enerji üretiminde bir atılımdır. DSSC'ler üçüncü nesil fotovoltaikler olarak nitelendirilmektedir ve ilk kez 1991'de O'Regan ve Grätzel tarafından bildirilmiştir [1]. Düşük maliyetleri, esnek yapıları, kolay üretimleri ve kısa amorti süreleri nedeniyle silikon tabanlı güneş hücrelerinin bir alternatifi olarak kabul edilmektedir [2]. DSSC'ler, dört ana kısımdan oluşmaktadır, bunlar; duyarlılaştırıcı boyar madde, foto elektrot, sıvı, katı ya da yarı-katı yapıdaki elektrolit ve arka elektrottur (CE). CE'ler, yüksek elektrik iletkenlikleri, yüksek yüzey alanları, yüksek elektrokimyasal aktiviteleri ve iyi yansıtma özellikleri nedeniyle performans artışında önemli bir rol oynamaktadır. CE'ler, redoks elektrolitleri için bir katalizör görevi görmekte ve harici devreyi tamamlamaktadır. CE'ler için tipik bir seçim, mükemmel katalitik aktivitesi ve redoks elektrolitlerine karşı kararlılığı nedeniyle Platindir (Pt). Ancak, yüksek maliyeti ve sınırlı bulunabilirliği nedeniyle [3], DSSC'lerin başarılı bir şekilde ticarileştirilmesinin önündeki ana engel olarak kararsız ve pahalı Platin elektrotlar gösterilmektedir. Bunun yanı sıra, Pt çok nadir bulunan değerli bir metaldir; bu nedenle, diğer iletken polimerler ve geçiş metal bileşikleri de incelenmiş ve DSSC yapılarında CE materyali olarak kullanılmıştır [4, 5]. Karbon, düşük maliyeti, doğada bol miktarda bulunması, korozyon direnci, çevre dostu olması ve oldukça iyi bir katalitik aktiviteye sahip olması nedeniyle CE'ler için çekici bir malzeme olarak ortaya çıkmıştır [6]. Zhang ve arkadaşları, karbon siyahı, grafit, grafen ve çok duvarlı karbon nanotüpler (MWCNT'ler) dahil olmak üzere farklı karbon bazlı malzemelerin optimum karışımından bir arka elektrot hazırlayarak % 6,29'luk bir PCE elde etmiştir [7]. Tamilselvi ve arkadaşları, bir $NiSe_2$/grafen hibrit karşı elektrotlu DSSC'ler üretmiş ve %10,6'lık bir verim değeri elde etmeyi başarmıştır [8]. Vanadyum pentoksit (V_2O_5), Niyobyum pentoksit (Nb_2O_5), Mangan dioksit (MnO_2), bakır oksit (CuO) ve tungsten (IV) oksit ($W0_2$) dahil olmak üzere farklı metal oksitler de, düşük

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

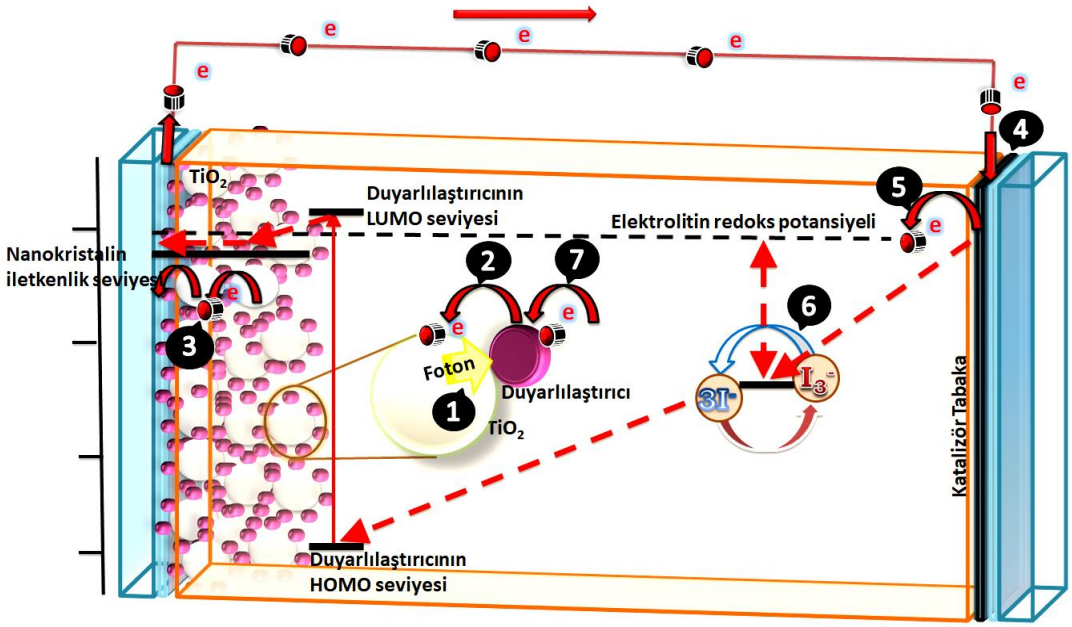
maliyetleri ve doğada bol miktarda bulunmaları nedeniyle DSSC'lerde arka elektrot malzemeleri için uygun adaylardır [3, 9]. Bu metaller arasında sayılabilecek olan gümüşün (Ag) de tüm metaller arasında en yüksek iletkenliğe, termal iletkenliğe ve yansıtıcılığa sahip olduğu kanıtlanmış ve DSSC'ler için arka elektrot malzemesi olarak kullanılabileceği savunulmuştur [10, 11]. Son DSSC çalışmalarında, metalik nanoyapılar tarafından oluşturulan lokalize yüzey plazmon rezonansı (LSPR) etkisinin verimliliği artırmak için başarıyla kullanılabileceği de gözlemlenmiştir [12]. Bir elektromanyetik (EM) dalga bir metal yüzeye düştüğünde, EM dalgasının elektrik alan bileşeni nedeniyle, yüzey iletim elektronlarının veya yüzey plazmonlarının toplu salınımları meydana gelmektedir. Metal nanoyapılar alt dalga boyu boyutlarına sahip olduğundan, elektron bulutunun (plazma) salınımı nano yapının yüzeyi etrafında lokalize olarak sınırlandırılmaktadırır ve bu da LSPR etkisine neden olmaktadır. Gümüş, güçlü LSPR etkileri gösteren asil bir metaldir [13, 14]. Bu nedenle, bir DSSC'nin foto elektrotuna Ag dahil ederek, fotoakımdaki artıştan kaynaklanan DSSC performansında bir iyileştirme elde edilebileceği öne sürülmüştür [14-16].

Titanyum dioksit (TiO_2) tabanlı boya duyarlı güneş hücreleri veya basitçe Grätzel hücreleri, düşük maliyetli güneş modüllerinin üretimi için ilginç bir alternatifi temsil etmektedir [17]. Bu güneş hücreleri, klasik konfigürasyonlarında %10'a kadar verimlilik değerleri sunmakta [18], ancak bu değer bileşenlerin modifikasyonuyla değişebilmektedir. Nitekim Zn (II) porfirin ve sıvı Co(II)/Co(III) elektrolitlerine dayalı boyaların kullanımıyla %13'e kadar ulaşabilmiştir [19].

DSSC'lerin yaygın olarak benimsenmesi ve ticarileştirilebilmesi için uzun vadeli kararlılıklarını iyileştirmek, verimliliklerini daha da artırmak ve üretim süreçlerini ölçeklendirmek dahil olmak üzere ele alınması gereken engeller hala vardır. Tüm bu talepleri karşılamak için, son zamanlarda yapılan birkaç araştırma, DSSC'lerin verimliliğini artırmak için bazı niteliklere sahip yeni bileşikler üretmeye odaklanmıştır.

Görsel 1'de fiziksel yapısı ve çalışma prensibi verilen DSSC'lerde genel olarak, duyarlılaştırıcı boyar madde ışık fotonları tarafından uyarılarak DSSC'lerin çalışma sürecini başlatmaktadır [20]. Genellikle, bu boya geniş bir görünür ışık spektrumunu emebilen organik veya metal bir komplekstir. Işık emildiğinde boya molekülündeki elektronlar daha yüksek bir enerji durumuna uyarılmakta ve bu da elektron-delik çiftlerinin oluşmasını sağlamaktadır [21, 22]. Delikler boya molekülüne taşınırken, boyadan gelen uyarılmış elektronlar metal oksidin iletim bandına enjekte edilmekte ve enjekte edilen elektronlar metal oksit ağından iletken substrat yönünde geçerken bir elektrik akımı üretilmektedir. Boyadan salınan elektronları emerek ve bunları CE'ye taşıyarak, elektrolit çözeltisi bu arada boya molekülünün yenilenmesine yardımcı olmaktadır [23]. CE'deki elektronlar devreyi tamamlamak için elektrolit ve boyadaki deliklerle reaksiyona girmektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 1. Boyayla duyarlılaştırılmış güneş hücrelerinin fiziksel yapısı ve çalışma prensibi

ZnO nanoyapıları, on yıldan fazla bir süredir DSSC'lerdeki potansiyel uygulamaları nedeniyle büyük bir ilgi görmüştür [24, 25]. Genellikle, çeşitli ZnO nanoyapıları elektrokimyasal biriktirme, kimyasal buhar biriktirme, darbeli lazer biriktirme ve hidrotermal işlemler gibi yöntemlerle hazırlanmıştır [26]. Bu yapılar arasında, hidrotermal yöntemle sentezlenen ZnO nanorodlar veya nanoteller DSSC'lerde fotoanot olarak yaygın olarak kullanılmaktadır [27]. ZnO nanopartikül DSSC'leri, TiO_2'den sonra ikinci en yüksek verimliliği göstermiştir. Ayrıca, ZnO nanoteller veya nanorodların işlenmesi ve özellikleri hakkında geniş bir bilgi birikimi bulunmaktadır ve bu malzemelere buhar biriktirme, hidrotermal ya da çözelti büyüme yöntemleriyle çok çeşitli morfolojilerde erişilebilmektedir [28]. ZnO, daha yüksek elektronik hareketlilik göstermektedir ve bu da onu DSSC'ler için umut verici bir elektrot malzemesi yapmaktadır. DSSC'nin güç dönüşüm verimliliğini artırmak için yüksek yüzey alanına ve düşük elektron rekombinasyon oranına sahip elektrotların elde edilmesi çok önemlidir [29].

Organik bileşiklerin (özellikle polianilin, PANI) yüzey aktif özellikleri, uygun fiyatlı oluşu ve yeşil kimlik bilgileri, onu kompozit CE'ler üretmek için uygun bir aday yapmaktadır [30]. Dahası, yukarıda belirtilen maddeler, PANI/ZnO nanokompozitleri üretmek için birlikte çalışan çinko oksit (ZnO) gibi yarı iletken bileşen dolgu maddeleriyle entegre edilebilmekte ve bu da aşağıdaki yeteneklerden birkaçını sağlamaktadır [31]. Geniş yüzey alanı ve sertlikleri göz önüne alındığında, bir PANI matrisine yerleştirilen ZnO nanopartikülleri (NP'ler) elektriksel, optik, mekanik ve kararlılık özelliklerini iyileştirmektedir [30]. Benzer şekilde, bu dolgu maddesi PANI yapısındaki farklı analitlerle reaksiyona girme yeteneğine sahiptir ve böylece iletken kaplamalarda, esnek elektroniklerde, sensörlerde (gaz, nem ve biyosensörler gibi) ve hava kalitesi kirliliğinde kullanım için uygun hale gelmektedir [32]. DSSC kullanımı için yük taşıyıcı uyarılması, ayrılması ve hareketleri için CE kompozitlerinin performansını iyileştirmek amacıyla, araştırmacılar şu anda PANI bazlı kompozitlere odaklanan bir dizi araştırma ve deney yürütmekte ve DSSC'lerde kullanılmak üzere PANI bazlı kompozitlere odaklanarak,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

basitleştirilmiş yük taşıyıcı uyarılması, ayrılması ve hareketliliği yoluyla CE performansını artırmak için çeşitli deneyler ve değerlendirmeler gerçekleştirmektedir.

Ankita Singh ve ark. [33] $MoSe_2$/rGO nanokompozitleri üzerinde anilinin yerinde polimerizasyonu yoluyla DSSC'lerde bir CE üreterek hücre verimliliğini %5,29 olarak elde etmiştir. Oysa, $NiCo_2O_4$/rGO'nun PANI matrisinin içine bir CE olarak yüklenmesi, Manikandan ve diğerleri tarafından üretilen DSSC'ler için dönüşüm verimliliğini %4,67'ye çıkarmıştır. Bu çalışmada PANI tabanlı kompozit DSSC'lerin mikro yapısı, morfolojisi, temas açısı, pürüzlülüğü, elektriksel ve optik özelliklerinin fiziksel değerlendirmeleri, J–V değişkenlerinin değerlendirilmesiyle birlikte yürütülmüştür. DSSC teknolojisindeki sürekli iyileştirmeler ve enerji sistemlerine entegrasyonu, daha sürdürülebilir ve dayanıklı bir enerji geleceği yaratmaya yardımcı olacaktır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Mevcut çalışmada, ilki standart tipte Pt kaplı FTO arka elektrot ve ikincisi ZnO ve Ag nano parçacık katkılanmış PANI tabakası ile kaplanmış FTO arka elektrot olmak üzere iki farklı tipte TiO_2 foto elektroda sahip DSSC üretilmiş ve karakterize edilmiştir. Bildiğimiz kadarıyla, bu, ışık hasadı verimliliğini en üst düzeye çıkarmayı amaçlayan, bir DSSC'de, ZnO ve Ag nano parçacıklar, PANI ile kompozit oluşturacak şekilde kullanılmış arka elektrot yapısının kullanımına ilişkin ilk rapordur.

ZnO NP sentezi aşamasında; 20 mL damıtılmış su (DW) kullanılarak, 3 g çinko nitrat hekzahidrat (Zn $[NO_3]_2 \cdot 6H_2O$) çözülerek ZnO NP'leri oluşturulmuştur. Bu arada, 20 mL DW, 4 g sodyum hidroksiti (NaOH) çözmek için kullanılmış ve sonraki adımda, 5 mol/L Zn $[NO_3]_2.6H_2O$ ve 5 mol/L NaOH'nin sulu çözeltisinin 900 rpm'de 2 saat boyunca manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Elde edilen karışım daha sonra bir Teflon otoklava aktarılarak 75 °C'de 8 saat ısıtılmıştır. ZnO NP'lerinin büyümesi, berrak bir karışımdan opak bir ortama geçişle gözlemlenmiştir. Son kurutma adımı, daha ince ZnO nano parçacık elde etmek için 24 saat boyunca 65 °C'de vakumla kapatılmış bir elektrikli fırında tamamlanmıştır.

PANI'nin sentezi aşamasında; en etkili ve önemli yöntemlerden biri olan yerinde kimyasal oksidatif polimerizasyon metodolojisi tercih edilmiştir. Anilin monomeri ($C_6H_5NH_2$, Merck, %99,5), katalizör olarak hidroklorik asit (HCl, Sigma-Aldrich, %37,0) ve güçlü bir oksitleyici madde olarak amonyum persülfat (APS) ($[NH_4]_2S_2O_8$, Sigma-Aldrich, %98,0) kullanılarak polimerize edilmiştir. Manyetik karıştırıcı ve buz banyosu kullanılarak 0,01 mol HCl ve 0,01 mol APS ayrı ayrı 60 mL DW'de seyreltilmiş ve 5 °C'ye soğutulmuştur. Ardından 0,01 mol anilin çözeltisi, önceden soğutulmuş asidik HCl çözeltisinde 30 dakika karıştırılmıştır. APS çözeltisinin HCl-anilin karışımına eklenmesi sırasında sıcaklığın önemli ölçüde artmasını önlemek için, polimerizasyon boyunca sürekli karıştırılarak yavaşça (damla damla) karıştırılmıştır. Bu süre zarfında, yukarıda belirtilen karışım 2 ila 4 °C sıcaklık aralığını korumak için bir buz banyosunda tutulmuştur. Çözelti, birkaç damla APS sıvısı eklendikten sonra kahverengimsi bir renk almasına rağmen çökelmeyle birlikte koyu yeşil bir renge dönmüştür.

PZ nanokompozitlerinin sentezi aşamasında ise; ZnO ve Ag nanoparçacıklar, anilin karışımı içeren bir behere konulmuş ve PZ kompozitini oluşturmak için 2 saat boyunca manyetik

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

karıştırıcı ile karıştırılmıştır. Temel ZnO çözeltisi, %20'lik ve %80'lik anilin çözeltisi ile birleştirildikten sonra birkaç dakika boyunca ultrasonik olarak ısıtılmıştır. Sonrasında, seyreltilmiş APS çözeltisinin 4 °C'de 5,5 saat boyunca anilin çözeltisine damla damla damlatılmasıyla yerinde polimerizasyon gerçekleştirilmiştir. Bu süre içerisinde, buzun uygun sıcaklıkta tutulması için 2-3 kez değiştirilmesi gerekmektedir. Kalan polimerizasyon adımı, PANI sentezindekiyle aynıdır.

Güneş pili hazırlanması aşamasında, ticari olarak satın alınan Flor katkılı Kalay oksit (FTO) kaplı cam alt taşlar (7 Ω/ cm^2) deterjanla yıkandıktan sonra saf suyla durulanmış ve azot gazı ile kurutulmuştur. 5x5 mm^2 karesel aktif alan oluşturacak şekilde TiO_2 pasta (Ti-Nanoxide D/SP) 'doktor blade' tekniğiyle FTO üzerine uygulanmıştır. Foto elektrotun üretimine müteakip $TiCl_4$ ile muamele işlemi öncesinde kademeli olarak ısıtılarak 450 °C'de 30 dk. boyunca ilk sinterleme işlemi tamamlanmıştır. $TiCl_4$ ile 40 mM sulu çözelti hazırlanarak 70°C'ye kadar ısıtılmış ve TiO_2 foto elektrotlar 30 dakika süreyle $TiCl_4$ ile muamele edilmiştir. Sonrasında çözeltiden alınarak deiyonize su ve etanolle yıkanan foto elektrotlar yine kademeli olarak ısıtılarak 450 °C'de 30 dk. boyunca ikinci sinterleme işlemine tabi tutulmuştur. Foto elektrotlar sinterleme işleminden sonra yaklaşık 50-60 °C'ye kadar soğuduktan sonra, karanlık koşullarda oda sıcaklığında, 18 saat boyunca, 0.5 mM etanolik Ruthenizer 535-bisTBA (N719) duyarlılaştırıcı boyar madde ile kütlece 10 kat chenodeoxycholic asit şeklinde hazırlanan boya çözeltisine daldırılmasının ardından su ve etanolle yıkanıp kurutulmuştur.

Kimyasal temizliği yapılmış FTO kaplı camlar üzerine N-metil pirolidonda çözülmüş olan PANI/ZnO/Ag kompozit malzeme damlatılarak dönel kaplama yöntemiyle film halinde yüzeye kaplanmış ve arka elektrotlar üretilmiştir.

Platin kaplanan FTO kaplı arka elektrotlar ise, 420°C'de 15 dakika sinterlenerek hazırlanmıştır. Üretilen arka elektrotlar, 60 µm kalınlığında Meltonix 1170-60 kodlu 60 µm kalınlığında ısıyla eriyen sızdırmazlık contası (sealing) kullanılarak fotoelektrotlarla birleştirilerek sandviç haline getirilmiş olan iki elektrot arasına iyodür/triiyodür redoks çifti içeren sıvı elektrolit enjekte edilmiştir. Elektrotlar, N719 ve Meltonix 1170-60 Solaronix'ten, diğer kimyasallar ise Merck'ten temin edilmiştir. Deneyin tekrarlanabilirliğini test etmek ve deneysel hataları en aza indirmek için her DSSC tipi için üç numune üretilmiştir.

DSSC'lerin akım-gerilim (I-V) ölçümleri, Science Tech SLB-300A kullanılarak 1000 W/m^2, AM1.5 aydınlatma yoğunluğu altında yapılmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

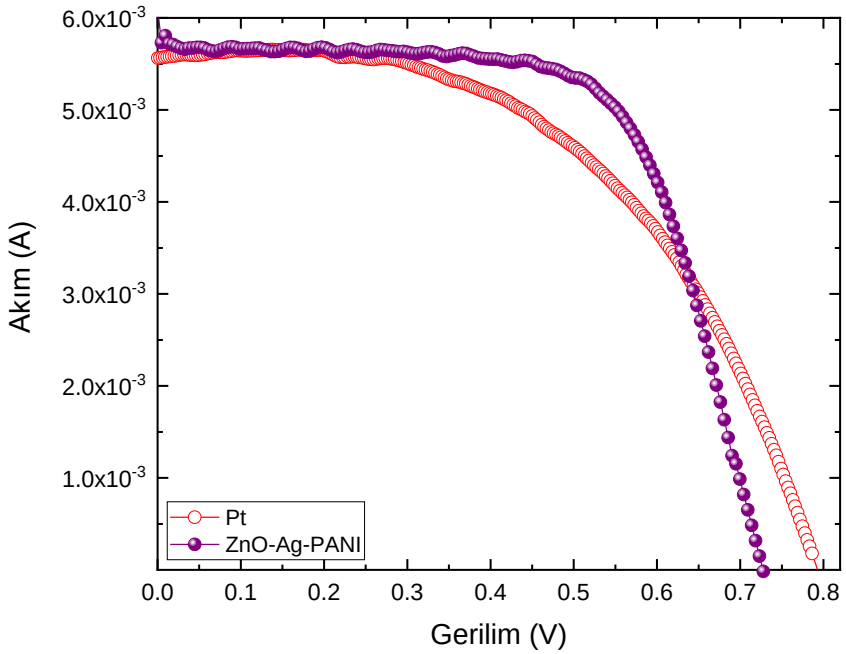
Fotovoltaik uygulamada arka elektrot yapılarının potansiyelini araştırmak ve karşılaştırabilmek için DSSC parametreleri AM 1.5'ta 1000 W/m^2 aydınlatma altında ölçülmüştür. Görsel 2, imal edilen hücrelerin akım-gerilim grafiklerini göstermekte ve bu grafiklerden elde edilen veriler Çizelge 1'de özetlenmektedir. Doldurma faktörü (FF) ve enerji dönüşüm verimliliği η (%) aşağıda verilen denklem (1) ve (2) kullanılarak hesaplanmıştır:

$$FF = \frac{V_{max} x J_{max}}{V_{oc} x J_{sc}} \quad (1)$$

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$$\eta(\%) = \frac{V_{oc} x J_{sc} x FF}{P_{in}} \quad (2)$$

J_{max} ve V_{max} sırasıyla I–V eğrisindeki maksimum çıkış gücü noktasındaki fotoakım yoğunluğunu ve fotovoltajı temsil etmektedir. V_{OC} ve J_{SC} sırasıyla açık devre gerilimi ve kısa devre akım yoğunluğu ve P_{in} hücreye gelen aydınlatma miktarıdır.



Görsel 2. Üretilen DSSC'lerin fotovoltaja karşı fotoakım grafikleri

Çizelge 1'de gösterildiği gibi, ZnO/Ag/PANI kompozit yapıda arka elektrot kullanılan hücreler % 11.06 ile standart Pt arka elektrot kullanılarak üretilen DSSC'lerden elde edilen %9.23'lik enerji dönüşüm verimine nazaran %2 civarında iyileştirilmiş bir performans sergilemektedir.

Çizelge 1. DSSC'lerin performans parametreleri

Arka Elektrot	V_{OC} / mV	J_{SC} / mA cm^{-2}	FF	μ / %
Pt	793 ± 1	22 ± 0.4	0.52 ± 0.01	9.23 ± 0.1
ZnO/Ag/PANI	721 ± 2	23 ± 0.1	0.66 ± 0.03	11.06 ± 0.1

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Arka elektrotta ZnO/Ag/PANI kompozit malzemenin kullanımıyla yüzey kimyası değiştirilerek yapının elektriksel özellikleri değiştirilebilmektedir. Yüzey alanı avantajı sağlayan ZnO nanoparçacıklar ve iletkenliği yüksek olan Ag nanoparçacıklar sayesinde PANI temas noktasında enerji hizalanmasını artırmakta, bu da daha fazla yük transferi ve ayrılmasıyla sonuçlanmaktadır. Dolayısıyla elde edilen kısa devre akımı yükselmektedir. Taşıyıcı hareketliliğini, elektriksel iletkenliği, elektron ömrünü ve olumlu işlev değişikliklerini artırmanın yanı sıra bu değişiklikler daha verimli yük transferi, daha düşük seri direnç ve daha düşük rekombinasyon kayıplarıyla sonuçlanacaktır. Bunların hepsi toplam güneş hücresi verimliliğini artırmaktadır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Yüksek enerjili metal ve metal oksit iyonlarının karıştırılması, yük ayrışmasına elverişli bir ortam yaratarak PANI kompozitlerindeki yük taşıyıcılarının hareketliliğini artırmakta ve yük taşıyıcı rekombinasyonunu düşürmektedir [34]. Bu nedenle, artan hareketlilik ve daha az direnç kayıplarının bir sonucu olarak fotovoltaik hücre içinde daha uzun elektron ömrü ve daha etkili yük transferi gerçekleşebilmektedir. Ek olarak, karmaşık PANI zincir sisteminde, dağılmış haldeki ZnO NP'leri enerji seviyelerinden kaynaklı, temas noktalarındaki yük akışını iyileştirerek ve belirli elektromanyetik radyasyon alanlarındaki ışığı yakalayarak, enerji seviyelerinin ideal şekilde hizalanması sonucu güneş hücrelerinin verimliliğini ve enerji dönüşümünü artırmıştır. Ayrıca, yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki keskin bir artış, yansıyan fotonlarda bir azalmaya ve dolayısıyla üretilen yük taşıyıcılarında bir sıçramaya katkıda bulunmuştur.

KAYNAKÇA

[1] O'Regan, B., Grätzel, M. A Low-Cost, High-Efficiency Solar Cell Based on Dye-Sensitized Colloidal TiO2 Films, Nature, December, 354, 56–58, 1991.

[2] Shah, W., Faraz, S. M., Arshad, S., Haider, S. S., Sayyad, M. H. Co-Sensitized DSSC with Natural Dyes Extracted from Beetroot, Pomegranate and Cranberry, Engineering Proceedings, March, 32, 13, 2023.

[3] Aljafari, B., Vijaya, S., Takshi, A., Anandan, S. Copper Doped Manganese Dioxide as Counter Electrode for Dye-Sensitized Solar Cells, Arabian Journal of Chemistry, September, 15, 104068, 2022.

[4] Thomas, S., Deepak, T. G., Anjusree, G. S., Arun, T. A., Nair, S. V., Nair, A. S. A Review on Counter Electrode Materials in Dye-Sensitized Solar Cells, Journal of Materials Chemistry A, May, 2, 4474–4490, 2014.

[5] Shahzad, N., Lutfullah, Perveen, T., Pugliese, D., Haq, S., Fatima, N., Salman, S. M., Tagliaferro, A., Shahzad, M. I. Counter Electrode Materials Based on Carbon Nanotubes for Dye-Sensitized Solar Cells, Renewable and Sustainable Energy Reviews, July, 159, 112196, 2022.

[6] Agrawal, A., Siddiqui, S. A., Soni, A., Sharma, G. D. Advancements, Frontiers and Analysis of Metal Oxide Semiconductor, Dye, Electrolyte and Counter Electrode of Dye Sensitized Solar Cell, Solar Energy, November, 233, 378–407, 2022.

[7] Zhang, S., Jin, J., Li, D., Fu, Z., Gao, S., Cheng, S., Yu, X., Xiong, Y. Increased Power Conversion Efficiency of Dye-Sensitized Solar Cells with Counter Electrodes Based on Carbon Materials, RSC Advances, June, 9, 22092–22100, 2019.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[8] Tamilselvi, C., Duraisamy, P., Subathra, N. Graphene Wrapped NiSe2 Nanocomposite-Based Counter Electrode for Dye-Sensitized Solar Cells (DSSCs), Diamond and Related Materials, February, 116, 108396, 2021.

[9] Gnanasekar, S., Nirmala Grace, A. V2O5 Nanosheets as an Efficient, Low-Cost Pt-Free Alternate Counter Electrode for Dye-Sensitized Solar Cells, ChemNanoMat, August, 8, e202100382, 2022.

[10] Xia, J., Yuan, C., Yanagida, S. Counter Electrodes in Dye-Sensitized Solar Cells, ACS Applied Materials & Interfaces, April, 2, 2136–2139, 2010.

[11] Susmitha, K., Naresh Kumar, M., Giribabu, L., Narendra Babu, S., Raghavender, M. TiO2-Based Dye-Sensitized Solar Cells: Photovoltaic Performance, Journal of Materials Science: Materials in Electronics, July, 27, 5802–5809, 2016.

[12] Marchuk, K., Willets, K. A. Localized Surface Plasmons and Hot Electrons, Chemical Physics, March, 445, 95–104, 2014.

[13] Schuck, P. J. Hot Electrons Go Through the Barrier, Nature Nanotechnology, November, 8(11), 799–800, 2013.

[14] Yang, C., Tang, Y., Su, Z., Zhang, Z., Fang, C. Preparation of Silver Nanowires via a Rapid, Scalable and Green Pathway, Journal of Materials Science & Technology, January, 31(1), 16–22, 2015.

[15] Ferry, V. E., Munday, J. N., Atwater, H. A. Design Considerations for Plasmonic Photovoltaics, Advanced Materials, November, 22(43), 4794–4808, 2010.

[16] Dissanayake, M. A. K. L., Kumari, J. M. K. W., Senadeera, G. K. R., Thotawatthage, C. A. Efficiency Enhancement in Plasmonic Dye-Sensitized Solar Cells with TiO2 Photoanodes Incorporating Gold and Silver Nanoparticles, Journal of Applied Electrochemistry, January, 46, 47–58, 2016.

[17] Singh, A. K. Analytical Study of Evacuated Annulus Tube Collector Assisted Solar Desaltification System: A Review, Solar Energy, September, 207, 1404–1426, 2020.

[18] Ito, S., Murakami, T. N., Comte, P., Liska, P., Grätzel, C., Nazeeruddin, M. K., Grätzel, M. Fabrication of Thin Film Dye-Sensitized Solar Cells with Solar to Electric Power Conversion Efficiency Over 10%, Thin Solid Films, August, 516(14), 4613–4619, 2008.

[19] Mathew, S., Yella, A., Gao, P., Humphry-Baker, R., Curchod, B. F., Ashari-Astani, N., Grätzel, M. Dye-Sensitized Solar Cells with 13% Efficiency Achieved Through the Molecular Engineering of Porphyrin Sensitizers, Nature Chemistry, March, 6(3), 242–247, 2014.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[20] Saadat, F., Alizadeh, A., Roudgar-Amoli, M., Shariatinia, Z. Exploring the Influence of Zn2SnO4/ZIF-8 Nanocomposite Photoelectrodes on Boosting Efficiency of Dye Sensitized Solar Cells, Ceramics International, December, 48(15), 21853–21864, 2024.

[21] Khir, H., et al. Improved Charge Transfer Through the Minimal Addition of Pb as a Sintering Aid to TiO2-Based Low-Temperature Dye Sensitised Solar Cell, Ceramics International, September, 49(11), 17620–17628, 2023.

[22] Rashwan, G. M., Ebnalwaled, A. A., Saad, E. M., Shahat, M. A. Ca/Sn Concentration-Dependent Enhancement of Barium Titanate Ferroelectric Performance: A Dielectric and Microstructural Study, Journal of Sol-Gel Science and Technology, January, 1, 1–13, 2024.

[23] Wang, C. C., Zhu, Y., Hu, Y. M., Dong, M. R., Liu, J. K. Selenization Treatment on Ag8SnSxSe6-x Counter Electrode of Dye-Sensitized Solar Cells in Improving Its Electron Transfer and Electrocatalytic Activity, Ceramics International, July, 49(13), 21804–21814, 2023.

[24] Zhou, X., Xie, Y., Ma, J., Mi, H., Yang, J., Cheng, J., Hoang, T. K. Synthesis of Hierarchical Structure Cuprous Oxide by a Novel Two-Step Hydrothermal Method and the Effect of Its Addition on the Photovoltaic Properties of ZnO-Based Dye-Sensitized Solar Cells, Journal of Alloys and Compounds, March, 721, 8–17, 2017.

[25] Al-Alwani, M. A., Ludin, N. A., Mohamad, A. B., Kadhum, A. A. H., Sopian, K. Extraction, Preparation and Application of Pigments from Cordyline fruticosa and Hylocereus polyrhizus as Sensitizers for Dye-Sensitized Solar Cells, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, November, 179, 23–31, 2017.

[26] De Marco, L., Calestani, D., Qualtieri, A., Giannuzzi, R., Manca, M., Ferro, P., Mosca, R. Single Crystal Mesoporous ZnO Platelets as Efficient Photoanodes for Sensitized Solar Cells, Solar Energy Materials and Solar Cells, May, 168, 227–233, 2017.

[27] Son, D. Y., Bae, K. H., Kim, H. S., Park, N. G. Effects of Seed Layer on Growth of ZnO Nanorod and Performance of Perovskite Solar Cell, The Journal of Physical Chemistry C, July, 119(19), 10321–10328, 2015.

[28] Nasi, L., Calestani, D., Fabbri, F., Ferro, P., Besagni, T., Fedeli, P., Mosca, R. Mesoporous Single-Crystal ZnO Nanobelts: Supported Preparation and Patterning, Nanoscale, February, 5(3), 1060–1066, 2013.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[29] Cauda, V., Pugliese, D., Garino, N., Sacco, A., Bianco, S., Bella, F., Gerbaldi, C. Multi-Functional Energy Conversion and Storage Electrodes Using Flower-Like Zinc Oxide Nanostructures, Energy, June, 65, 639–646, 2014.

[30] Khalili, S., Afkhami, A., Madrakian, T. Electrochemical Simultaneous Treatment Approach: Electro-Reduction of CO2 at Pt/PANI@ZnO Paired with Wastewater Electro-Oxidation Over PbO2, Applied Catalysis B: Environmental, September, 328, 122545, 2023.

[31] El-Hossary, F. M., Ghitas, A., Abd El-Rahman, A. M., Ebnalwaled, A. A., Shahat, M. A. Characterization and Performance of PAni-TiO2 Photovoltaic Cells Treated by RF Plasma, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, April, 1, 12003, 2020.

[32] Ananikov, V. P. Organic–Inorganic Hybrid Nanomaterials, Nanomaterials, September, 9(9), 1197, 2019.

[33] Singh, A., Poddar, D., Thakur, S., Jha, R. Ternary Composite Based on MoSe2-rGO/Polyaniline as an Efficient Counter Electrode Catalyst for Dye-Sensitized Solar Cells, Materials Chemistry and Physics, December, 273, 125043, 2024.

[34] Ferrag, C., Noroozifar, M., Modarresi-Alam, A. R., Kerman, K. Graphene Oxide Hydrogel Electrolyte for Improving the Performance of Electropolymerized Polyaniline Solar Cells, Journal of Power Sources, October, 542, 231796, 2024.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

siRNA YÜKLÜ KİTOSAN NANOPARTİKÜLLERİ İLE PANKREAS KANSERİNDE KRAS GENİNİN SUSTURULMASI

Gülşah POLAT
Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi
0000-0002-4775-1149, gulsahpolat0707@gmail.com
Prof. Dr. Ayten ÇELEBİ KESKİN
Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi
0000-0002-5204-3817, aytencelebi@kku.edu.tr
Öğr. Gör. Aleyna ÇAVDAR
İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu
0000-0002-1835-8911, acavdar@gelisim.edu.tr
Dr. Öğr. Üyesi Beste ÇAĞDAŞ
Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi
0000-0003-2534-382X, bestecagdas@kku.edu.tr
Prof. Dr. Mustafa TÜRK
Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi
0000-0001-8202-090X, mtrk.35@gmail.com

ÖZET

Pankreas kanseri, en ölümcül kanser türlerinden biridir ve kansere bağlı ölümlerin önde gelen ikinci nedenidir. Son on yılda etkili tedavi stratejileri ve yeni antikanser ilaçlar için yapılan yoğun araştırmalara rağmen, genel hasta sağkalım oranı düşük kalmaktadır. KRAS genindeki mutasyonlar, pankreas kanserlerinin %90'ından fazlasında bulunmuştur ve malignitede önemli bir rol oynadığına inanılmaktadır. Küçük müdahaleci RNA (siRNA) gelişmiş bir terapötik yöntem olarak hizmet eder ve kanser tedavisi için büyük umut vaat etmektedir. Bununla birlikte, siRNA'nın düşük hücresel alımı ve kısa hücre dışı yarı ömrü, bu tıbbi uygulamadaki en büyük zorluklardır. Bu zorluğun üstesinden gelmek için, son yıllarda nano taşıyıcılar geliştirilmektedir. Kitosan bazlı nanopartiküller (NP), doğal kitinden üretilir ve biyouyumlulukları, biyolojik olarak parçalanabilirlikleri, düşük toksisiteleri ve ihmal edilebilir immünojenisiteleri nedeniyle siRNA ve ilaç dağıtımı için uygun taşıyıcılardır. Ayrıca, kitosanın pozitif yükü nedeniyle, negatif yüklü siRNA, NP'lere verimli bir şekilde yüklenir ve hücresel alımı artar. Bu çalışmada, pankreas kanseri tedavisi için kitosan nanopartiküllerine yüklü KRAS-siRNA'nın Capan-1 hücre hattına aktarılarak KRAS geninin susturulması amaçlanmıştır. Kitosan nanopartikülleri iyonik jelasyon yöntemi ile sentezlenmiş ve nanopartiküllerin karakterizasyonu yapılmıştır. Daha sonra siRNA yüklü kitosan

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

nanopartiküllerin pankreas kanser hücreleri üzerindeki hücre canlılık oranları MTT testi, apoptotik ve nekrotik etkileri ise ikili boyama yöntemi ile incelenmiştir. siRNA yüklü kitosan nanopartiküllerin Capan-1 hücre hattındaki KRAS hedef geninin ifade seviyesi ise Real Time-Polimeraz Zincir Reaksiyonu (RT-PCR) yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, kitosan nanopartiküllerin siRNA için uygun bir taşıyıcı olduğunu ve uygun dozlarda kullanılan siRNA yüklü kitosan nanopartiküllerin KRAS geninin ifade seviyesini etkili bir şekilde baskılayabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: kitosan, pankreas kanseri, Capan-1, KRAS, siRNA, gen terapi, RT-PCR

ABSTRACT

Pancreatic cancer is one of the most lethal forms of cancer and the second leading cause of cancer-related mortality. Despite the implementation of intensive research initiatives over the past decade, aimed at developing effective treatment strategies and new anticancer drugs, the overall patient survival rate remains low. Mutations in the KRAS gene have been identified in over 90% of pancreatic cancers, and are thought to be a significant contributor to the malignant phenotype. Small interfering RNA (siRNA) represents an advanced therapeutic modality with significant potential for the treatment of cancer. Nevertheless, the low cellular uptake and short extracellular half-life of siRNA represent significant obstacles to the successful implementation of this medical application. In order to overcome this challenge, nanocarriers have been developed in recent years. Chitosan-based nanoparticles (NPs) are produced from natural chitin and are suitable carriers for siRNA and drug delivery due to their biocompatibility, biodegradability, low toxicity and negligible immunogenicity. Furthermore, the positive charge of chitosan enables the efficient loading of negatively charged siRNA onto NPs, thereby enhancing cellular uptake. In this study, we sought to silence the KRAS gene in the Capan-1 cell line, which is associated with pancreatic cancer, by transferring KRAS-siRNA loaded on chitosan nanoparticles. Chitosan nanoparticles were synthesised via the ionic gelation method and subsequently characterised. Subsequently, the cell viability rates of siRNA-loaded chitosan nanoparticles on pancreatic cancer cells were examined by MTT assay, and the apoptotic and necrotic effects were examined by double staining method. The expression level of the KRAS target gene in the Capan-1 cell line of siRNA-loaded chitosan nanoparticles was evaluated using the Real Time-Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) method. The results demonstrated that chitosan nanoparticles are an effective carrier for siRNA, with the use of siRNA-loaded chitosan nanoparticles at appropriate doses resulting in the effective suppression of the KRAS gene expression level.

Keywords: chitosan, pancreatic cancer, Capan-1, KRAS, siRNA, gene therapy, RT-PCR

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. GİRİŞ

Kanser hastalığı, dünyada ikinci önde gelen ölüm nedeni olarak dünya çapında önemli bir sağlık sorunu olmaya devam etmektedir (1). Kanser, mutasyonlar, amplifikasyonlar, delesyonlar ve translokasyonlar gibi çeşitli genetik ve epigenetik değişikliklerin neden olduğu kontrolsüz hücre büyümesi hastalığıdır ve hücresel çoğalma, hayatta kalma, hücre ölümü, farklılaşma, enerji metabolizması, genomik stabilite, DNA onarımı ve immün gözetimden kaçış gibi süreçlerde yer alan çoklu hücresel sinyal yollarında düzensizlik ile karakterize edilir. Kanser ayrıca mutasyona uğramış genlerin kalıtımı nedeniyle kalıtsal veya ailesel olarak da ortaya çıkmaktadır (2). Kanser tedavisinin temel amacı kanser hücrelerinde maksimum ölüm, sağlıklı hücrelerde ise minimum hasar oluşturmaktır [3]. Kanser tedavisinde genellikle cerrahi, kemoterapi ve radyoterapi gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bu tedaviler kanser hücrelerini yok eder veya doğrudan onlara saldırır ve kanseri erken evrelerde iyileştirebilir ancak ileri veya tekrarlayan evrelerde kanseri tedavi etmek için sıklıkla etkisizdir. Kanser immünoterapileri ise dördüncü kanser tedavisi olarak önerilmektedir [4].

Pankreas kanseri dünya çapında kanser ölümlerinin önde gelen nedenlerinden biridir ve küresel yükü son 25 yılda iki katından fazla artmıştır [5]. Pankreas karsinomu, kalıtsal ve edinilmiş genetik değişikliklerin birikmesiyle ortaya çıkar [6]. Pankreas kanserleri çoğunlukla ekzokrin pankreasın duktal epitel hücrelerinden kaynaklanır ve pankreas duktal adenokarsinomu (PDAC) pankreas kanserinin en sık görülen türüdür [7]. KRAS mutasyonları PDAC vakalarının %90'ından fazlasında bulunur ve tümör başlangıcı ve ilerlemesinde rol oynar [8]. Normal fizyolojik koşullar altında, KRAS geni tarafından kodlanan GTPaz transdüksiyon proteini, GDP veya GTP'ye bağlanarak KRAS-GTPaz döngüsünün aktif ve inaktif durumları arasında geçiş yapabilir ve hücre proliferasyonu, migrasyon, invazyon ve apoptoz gibi sinyal iletiminin modüle edilmesinde anahtar rol oynar. KRAS mutasyonları, GTP'nin hidrolizine müdahale eder, bu da GTP'ye bağlanan aktif KRAS proteinlerinin artmasına neden olur, böylece kanserin oluşumunu ve ilerlemesini teşvik eder [9].

KRAS kritik bir onkogen ve dolayısıyla önemli bir terapötik hedef olmasına rağmen, terapötik inhibisyonu zordur. Son zamanlarda, RNA interferansı (RNAi) pankreas kanseri tedavisinde umut verici bir alternatif tedavi yöntemi olarak kabul edilmektedir. Tümör hücresi proliferasyonunu etkili bir şekilde inhibe etmek için hedeflenen proteinin mRNA'sının diziye özgü susturulmasını indükleyebilen küçük interferans yapan çift sarmallı RNA (siRNA) ile transkripsiyon sonrası gen susturma tedavisidir [10].

Ancak çıplak siRNA, insan plazmasında bir saatten az kısa bir yarı ömre sahiptir ve bu nedenle, dolaşımdaki siRNA'lar, enfekte olmuş hedef dokulara ulaşmadan önce böbreklerden hızla temizlenir. Başarılı bir gen susturma için siRNA'nın hedef hücrelerin sitoplazmasına ulaşması gerekir. Bu nedenle toksik olmayan ve yüksek verimli taşıyıcı sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüzde, kitosan, siRNA iletimi için en çok çalışılan viral olmayan vektörlerden biridir. Kitosan, 100-200 nm boyutunda nanopartiküller (NP) olarak başarılı bir şekilde hazırlanabilen, siRNA'yı taşıma sırasında bozulmaya karşı koruyan ve yüksek transfeksiyon verimliliği sergileyen katyonik potansiyele sahip bir biyopolimerdir [11].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Bu çalışmada, pankreas kanseri tedavisi için kitosan NP'lerine yüklü KRAS-siRNA'nın Capan-1 hücre hattına aktarılarak KRAS geninin susturulması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL METOT

2.1. Kitosan Nanopartiküllerin Sentezi ve Karakterizasyonu

Kitosan NP'leri iyonik jelasyon yöntemi ile hazırlanmıştır [12]. Hazırlanan kitosan NP'lerinin ortalama tanecik boyutu, polidispersite indeksi (PDI) ve zeta potansiyeli (Zetasizer Nano ZS cihazı, Malvern Instruments, Malvern, İngiltere) analizleri Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi (KÜBTUAM)'nde yapılmıştır. Kitosan NP'lerinin morfolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Transmisyon Elektron Mikroskop (High Contrast Transmission Electron Microscopy, CTEM, 120 kV, TecnaiTM G2 Spirit Biotwin, FEI) analizi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında yaptırılmıştır. Böylece hazırlanan NP'lerin geometrik, şekil ve boy dağılımları belirlenmiştir.

2.2. Kitosan/siRNA Nanopartiküllerinin Hazırlanması

Kitosan/siRNA NP'leri, 100nM ve 200nM konsantrasyonlarındaki KRAS-siRNA çözeltisinin eşit hacimde kitosan NP süspansiyonuna damlatılması ve hızla yukarı aşağı ters çevrilmesiyle hazırlanmıştır. Daha sonra karışım, nanokompleks oluşumuna izin vermek için oda sıcaklığında 30 dakika inkübe edilmiştir. Çalışmada hedef KRAS genini susturmak için kullanılan KRAS siRNA dizilimi: ileri; 5′-CAGGUCAAGAGGAGUACAGU-3' ve geri, 5′-GUGCAAUGAGGGACCAGUA -3

2.3. Kitosan Nanopartiküllerinin siRNA ile Etkileşimlerinin Agaroz Jel Elektroforezi ile Belirlenmesi

Hazırlanan kitosan NP'lerinin siRNA ile bağlanma yeteneklerinin belirlenebilmesi için agaroz jel elektroforez yöntemi kullanılmıştır. Farklı oranlarda hazırlanan nanopartiküller ve siRNA'lar birleştirilmiş, siRNA'ların nanopartiküller ile bağlanması için yarım saat oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Daha sonra %1 (w/v) 'lik agaroz, jelde 90 V akımda 30 dakika yürütülmüş ve UV ışığı altında görüntülenmiştir.

2.4. Hücre Kültürü ve Sitotoksisitenin Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan Capan-1 hücre hattı KÜBTUAM hücre kültürü koleksiyonundan temin edilmiş ve %10 fetal sığır serumu (FBS) ve %1 penisilin/streptomisin eklenmiş DMEM besiyerinde, %5 CO_2 içeren nemli bir odada 37°C'de kültüre edilmiştir.

Kitosan NP, serbest siRNA ve kitosan-siRNA komplekslerinin sitotoksisitesi MTT testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Capan-1 hücreleri, %10 FBS eklenmiş 100 µL kültür

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ortamında, kuyu başına 10000 hücre yoğunluğunda 96 kuyucuklu plakalarda 37 °C'de ve %5 CO_2'li inkübatörde 24 saat inkübe edilmiştir. 24 saat sonunda kuyucuklardaki hücre vasatı atılmış, hücreler taze besiyeri ile seyreltilmiş ve son hacimde 200, 100, 50, 25 µL olacak şekilde kitosan NP, serbest siRNA ve NP-siRNA deney grupları 3 tekrar olacak şekilde plaka kuyucuklarına uygulanmış ve 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra kuyucuklar içindeki vasatlar atılmış ve her kuyucuk başına 50 µL MTT solüsyonu (1 mg MTT, 1 mL fenol redsiz besiyeri içerisinde çözdürülmüş, 0,2 µm'lik milipor filtreden geçirilerek, +4 °C'de folyoya sarılarak ışık geçirmesi engellenecek şekilde saklanmıştır) eklenmiştir. Plaka folyoya sarılarak 2 saat etüvde bekletilmiş, 2 saatin sonunda MTT solüsyonu atılarak her kuyucuğa 100 µL izopropanol alkol eklenmiş ve ELISA okuyucu ile 570 nm dalga boyunda absorbans ölçümü yapılmıştır. Kontrol grubu olarak besiyeri kullanılmıştır. Uygulanan parçacıkların sitotoksisitesi aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

Hücre canlılığı (%) = [OD570 (örnek)] / [OD570 (kontrol)] X100

2.5. İkili Boyama Metodu ile Apoptoz ve Nekrozun Belirlenmesi

Capan-1 hücreleri 20×10^3 hücre/mL konsantrasyonda olacak şekilde 48 kuyucuklu plakalara ekilmiş ve 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyonun sonunda, plakalardaki besiyeri atılmış ve numuneler eklenmiştir. Pozitif kontrol olarak %20'lik DMSO, negatif kontrol olarak sadece besiyeri eklenmiş ve 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra, plakalardaki besiyeri atılmış ve 70 µL çift boyama solüsyonu (10 mL PBS içine, 100 µL propidyum iyodür, 100 µL ribonükleazA ve 500 µL Hoechst 33342 çözeltileri konulmuş ve ışığa maruz kalmaması için alüminyum folyo ile kaplanarak saklanmıştır) eklenmiş, ışık görmeyecek şekilde alüminyum folyo ile kapatılmış ve 15 dakika inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası floresan mikroskopta (Leica DMI70, Almanya), DAPI filtresi kullanılarak apoptoza uğramış hücrelerin, FITC filtresi kullanılarak da nekroza uğramış hücrelerin değerlendirilmeleri yapılmış ve apoptotik indeks yüzde (%) oranları hesaplanmıştır.

2.6. RT-PCR Analizi

KRAS geninin mRNA ekspresyon seviyesi gerçek zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu (RT-PCR) ile belirlenmiştir. Capan-1 hücreleri 12 kuyucuklu bir plakaya kuyu başına 2×10^5 hücre yoğunluğu olacak şekilde ekilmiş ve örnekler (NP, NP+100 nM siRNA (KRAS), NP+200 nM siRNA(KRAS), 100 nM siRNA ve 200 nM siRNA) 200, 100, 50 ve 25 µL konsantrasyonlarında kuyucuklara uygulanmış ve transfeksiyon amacıyla 48 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresinin ardından hücreler PBS ile yıkanmış ve hücreler toplanmıştır. Hücrelerden mRNA izolasyonu üretici firmanın talimatlarına uygun olarak GeneAll Kit (Riboex, 301.001) kullanılarak yapılmıştır. Daha sonra cDNA sentezi yapılmıştır. KRAS geninin mRNA ekspresyon seviyeleri, elde edilen cDNA örneklerinin A.B.T. SYBR Green Mastermix, Q03-01-05) transkripsiyon sisteminin kullanılmasıyla Applied Biosystems™ 7500 Fast Real-Time PCR cihazında belirlenmiştir. Deney, her konsantrasyon için üç kez tekrarlanmıştır. Gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz (GAPDH) mRNA ekspresyon düzeyi, genleri normalleştirmek için referans gen olarak kullanılmıştır. KRAS primerlerinin dizileri şu

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

şekildedir: ileri; 5′-GACTCTGAAGATGTACCTATGGTCCTA-3’ ve geri, 5′-CATCATCAACACCCTGTCTTGTC-3′. GADPH primerlerinin dizileri şu şekildeydi: ileri; 5′-CGA GAT CCC TCC AAA ATC AA -3′ ve geri; 5′- TTC ACA CCC ATG ACG AAC AT -3′. Hedef genlerin bağıl kantifikasyonu ΔΔCt yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1. Kitosan Nanopartiküllerin Karakterizasyonu

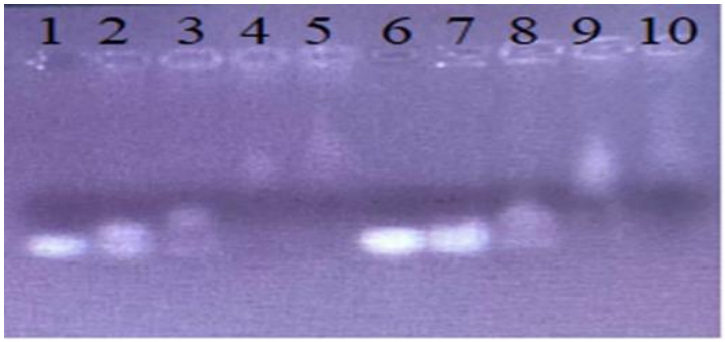
Kitosan, düşük immünojenisiteye sahip, toksik olmayan, biyolojik olarak parçalanabilen polikatyonik bir polimerdir. Özellikle genler ve protein molekülleri için taşıyıcı ve dağıtım sistemlerinin formüle edilmesi için kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır, çünkü pozitif yüklü kitosan negatif yüklü DNA'lar ve proteinlerle kolayca kompleks haline getirilebilir. DNA'yı etkili bir şekilde bağlayabilir ve onu nükleaz bozulmasından koruyabilir. Hazırlanması için sonikasyon ve organik çözücüler gerektirmeme gibi avantajlara sahiptir, bu nedenle kompleksleştirme işlemi sırasında DNA'ya olası hasarı en aza indirir [13]. Bu nedenle çalışmada kitosan NP’leri iyonik jelasyon yöntemi kullanılarak sentezlenmiştir. Bu yöntem basit ve kolay bir hazırlama prosedürü sunmaktadır. Ayrıca, yöntemin toksik olmayan NP’ler ürettiği ve iyi ilaç taşıyıcıları olarak işlev gördüğü bilinmektedir. Kitosan NP’ler, tripolifosfatın (TPP) kitosan çözeltisine eklenmesinden sonra kolayca ve başarıyla hazırlanmıştır. Nanopartiküllerin oluşumu, kitosanın polianyonlarla temas ettiğinde hızlı bir jel oluşturma karakterinden kaynaklanmaktadır. Kitosandaki NH_3^+, negatif yüklü TPP'ye elektrostatik olarak çekilir, böylece iyonik olarak çapraz bağlı nanopartiküller oluşur. Ayrıca TPP, glutaraldehit gibi diğer kimyasal çapraz bağlayıcılara kıyasla güvenli bir ajan olarak kabul edilmektedir [14,15].

Sentezlenen kitosan NP’lerinin yüzey yükü, boyut dağılımı ve PDI değerleri analizi Zeta-Sizer cihazında yapılmıştır. Sonuç olarak iyonik jelasyon yöntemiyle sentezlenen kitosan NP’leri; 0,39 polidispersite indeksi (PDI), +25,8 mV zeta potansiyeli ve 172,2 nm ortalama hidrodinamik çap sergilemiştir. Transmisyon elektron mikroskobu (TEM) analizi ile sentezlenen kitosan NP’lerinin morfolojik özellikleri belirlenmiştir. Nanopartiküllerin yüzey morfolojilerinin pürüzsüz yüzeyli ve küresel formda olduğu gözlemlenmiştir. TEM analizi sonucunda nanopartiküllerin boyutlarının 50 nm den küçük olduğu görüntülenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre hedef dokulara etkili ve verimli bir siRNA iletimini sağlamak için nanopartikül boyutunun ideal boyutta ve pozitif yüzey yüküne sahip olduğu tespit edilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3.2. Kitosan Nanopartikül – siRNA Etkileşiminin Agaroz Jel Elektroforezi ile Belirlenmesi

Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan nanopartikül ve siRNA kompleksleri %1'lik agaroz jel elektroforezinde yürütülerek, siRNA'nın nanopartiküllere bağlanıp bağlanmadığı UV ışığı altında incelenmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Kitosan nanopartikül-siRNA agaroz jel görüntüsü.

100 nM siRNA; 1) 10 µL serbest siRNA, **2)** 8 µL siRNA + 2 µL NP, **3)** 6 µL siRNA + 4 µL NP, **4)** 4 µL siRNA + 6 µL NP, **5)** 5 µL siRNA + 5 µL NP. **200 nM siRNA; 6)** 10 µL serbest siRNA, **7)** 8 µL siRNA + 2 µL NP, **8)** 6 µL siRNA + 4 µL NP, **9)** 4 µL siRNA + 6 µL NP, **10)** 5 µL siRNA + 5 µL NP.

Agaroz jel elektroforezi sonucu elde edilen veriler incelendiğinde, 1. ve 6. örneklerde görülen en parlak bölgeler nanopartikül ile muamele edilmemiş serbest siRNA'dır. NP/siRNA oranları değiştikçe parlaklığın da azaldığı görülmektedir. 5. ve 10. örneklerde (5µL siRNA/5 µL nanopartikül) ise parlaklığın en az olduğu, dolayısıyla bağlanma veriminin arttığı gözlenmiştir ve bağlanma verimi en fazla olan oran olarak seçilmiştir.

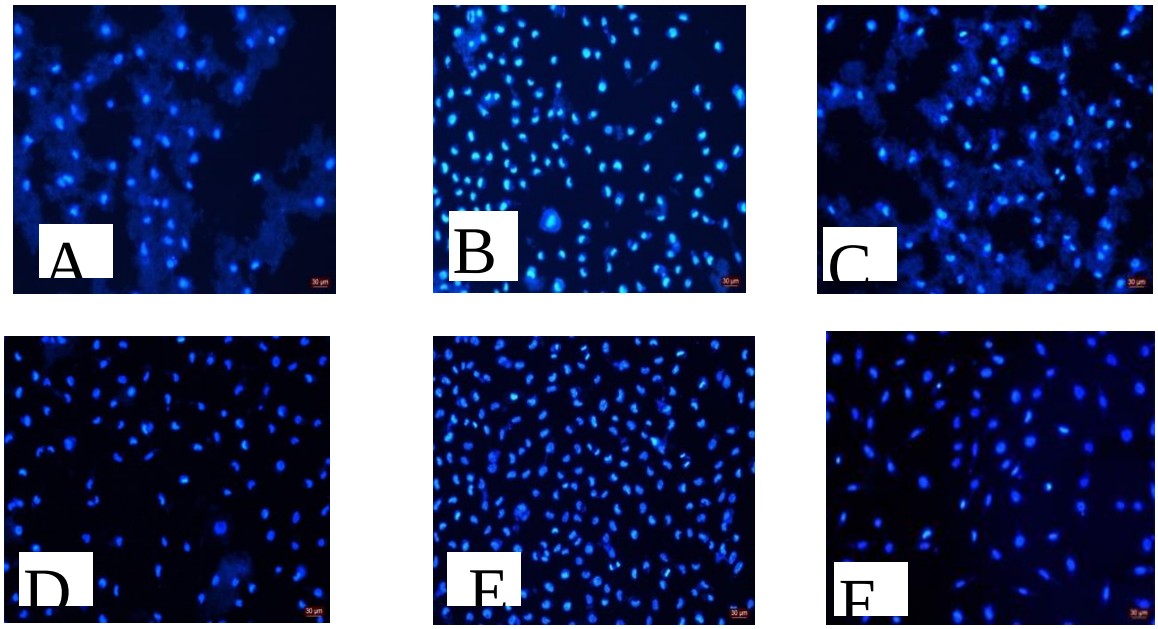
3.3. MTT Test Sonuçları

Kitosan NP ile siRNA (100 nM ve 200 nM)'nın etkileşimi sonucu farklı konsantrasyonlarda (200, 100, 50, 25 µL) hazırlanan örneklerin Capan-1 hücreleri üzerindeki sitotoksik etkileri MTT testiyle incelenmiştir. Elde edilen verilere göre, kitosan NP'lerinin Capan-1 hücre hattında toksik etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Yüksek konsantrasyonlardaki kitosan NP'lerinin (200 ve 100 µL) sırasıyla %81,65 ve %85,49 olan hücre canlılığı, düşük konsantrasyonlarda (25 µL) %96,29 hücre canlılığı göstermiştir. Capan-1 hücre hattına uygulanan 100 nM ve 200 nM serbest siRNA'ların benzer sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Yüksek konsantrasyonlarda kontrole göre hücre canlılığında belirgin bir azalış gözlenirken, düşük konsantrasyonlarda 100 nM siRNA (25 µL) %75,34 hücre canlılığı gösterirken, 200 nM siRNA (25 µL) %70,43 hücre canlılığı göstermiştir. siRNA yüklü kitosan NP'lerin sitotoksik etkisi incelendiğinde ise; 100 nM siRNA yüklü kitosan NP'lerinin en düşük dozunda (25 µL) %73,68 hücre canlığı gözlenirken, 200 nM siRNA yüklü kitosan NP'lerinin en düşük dozunda %76,56 hücre canlılığı gözlenmiştir.

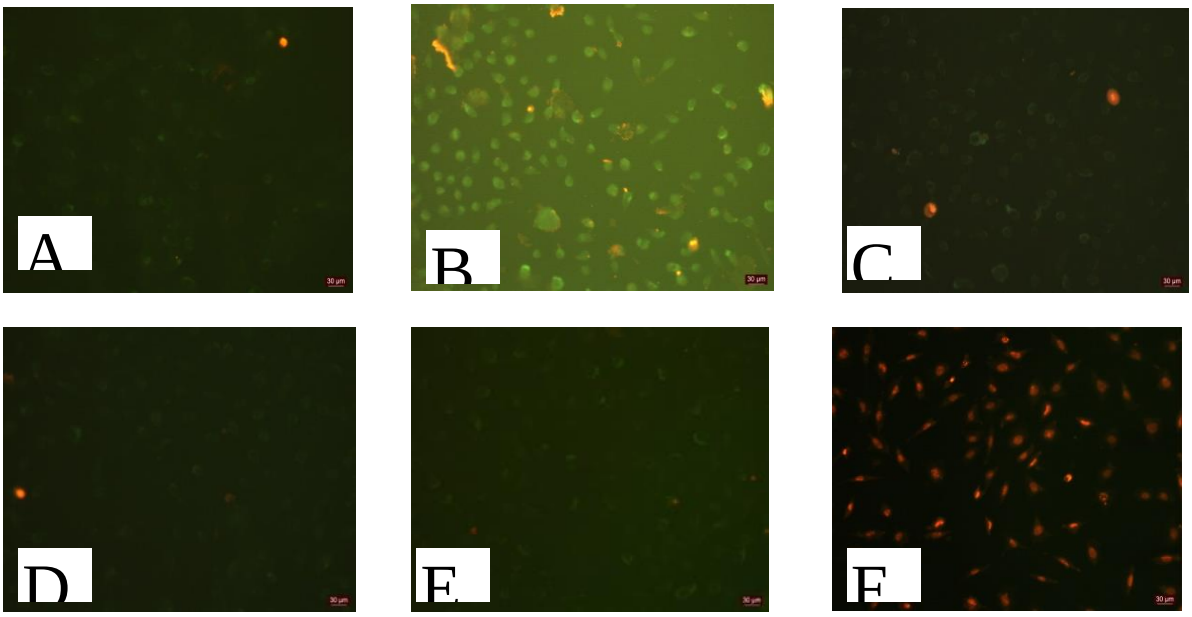
3.4. Apoptoz-Nekroz İkili Boyama Sonuçları

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Kitosan NP, serbest siRNA ve KRAS-siRNA yüklü kitosan NP'lerinin Capan-1 hücre hattındaki apoptotik ve nekrotik % oranları ikili boyama testi ile floresan mikroskopta incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Uygulama sonrası elde edilen apoptotik ve nekrotik hücre fotoğrafları Şekil 3.2 ve 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.2. Hoechst 33342 ve PI boyaları ile Capan-1 hücrelerinin ikili boyama sonucu elde edilen apoptotik hücre fotoğrafları.A)100 nM siRNA + NP (50 µL), B) 100 nM siRNA + NP (25 µL), C)200 nM siRNA + NP (50 µL), D) 200 nM siRNA + NP (25 µL), E) Negatif Kontrol, F) Pozitif Kontrol



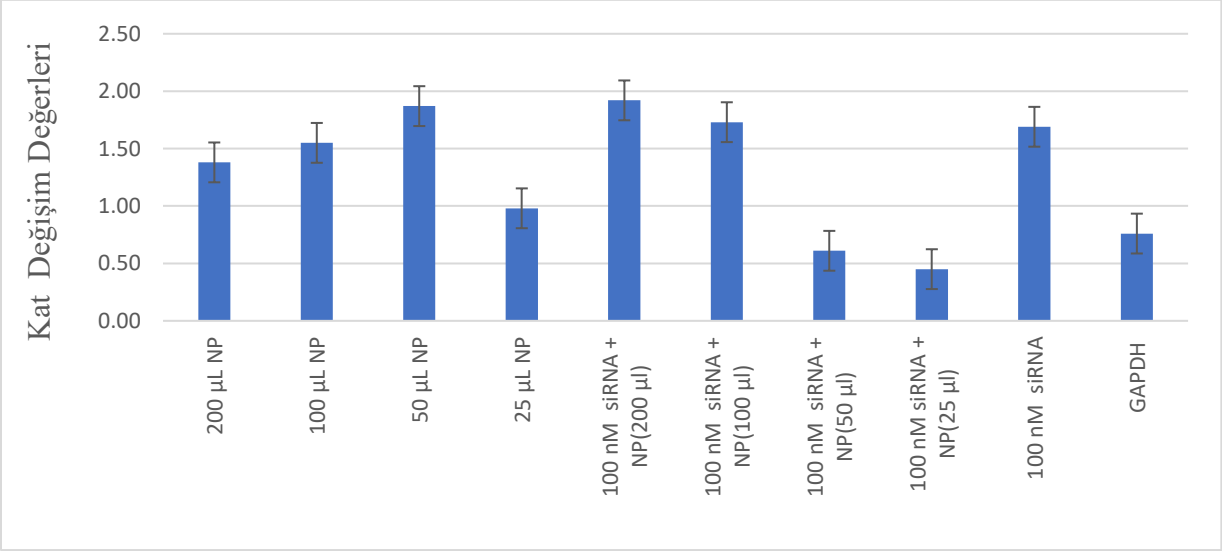
Şekil 3.3. Hoechst 33342 ve PI boyaları ile Capan-1 hücrelerinin ikili boyama sonucu elde edilen nekrotik hücre fotoğrafları. A)100 nM siRNA + NP (50 µL), B) 100 nM siRNA + NP (25 µL), C) 200 nM siRNA + NP (50 µL), D) 200 nM siRNA + NP (25 µL), E) Negatif Kontrol, F) Pozitif Kontrol

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Elde edilen sonuçlara göre kitosan NP ve serbest siRNA'ların tek başına uygulandığı hücrelerde apoptotik ve nekrotik indeksin siRNA yüklü kitosan NP'ye göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. (Bu bölümde elde edilen tüm veriler sunulmamıştır). 100 nM siRNA yüklü kitosan NP'lerin 50 µL ve 25 µL'lik konsantrasyonunda %10,52 ve %15,86'lık bir apoptoz indeksi gözlenirken, nekrotik indeksleri sırasıyla %1,75 ve %3,79 olduğu tespit edilmiştir. 200 nM siRNA yüklü kitosan NP'nin 50 µL'lik dozunda %38,56 apoptotik indeksi ve %18,53 nekrotik indeks tespit edilirken, 25 µL'lik dozunda sırasıyla %42,25 apototik indeks ve %4,72 nekrotik indeks tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar bu dozların en uygun dozlar olarak seçilebileceğini göstermektedir. siRNA yüklü kitosan NP'lerin hedeflenen Capan-1 hücre hattına transfer edilerek apoptoz ve nekrozu indüklediğini söyleyebiliriz. Hücre ölümlerinin bir kısmının apoptotik, bir kısmının ise nekrotik mekanizma ile meydana geldiği gözlenmiştir.

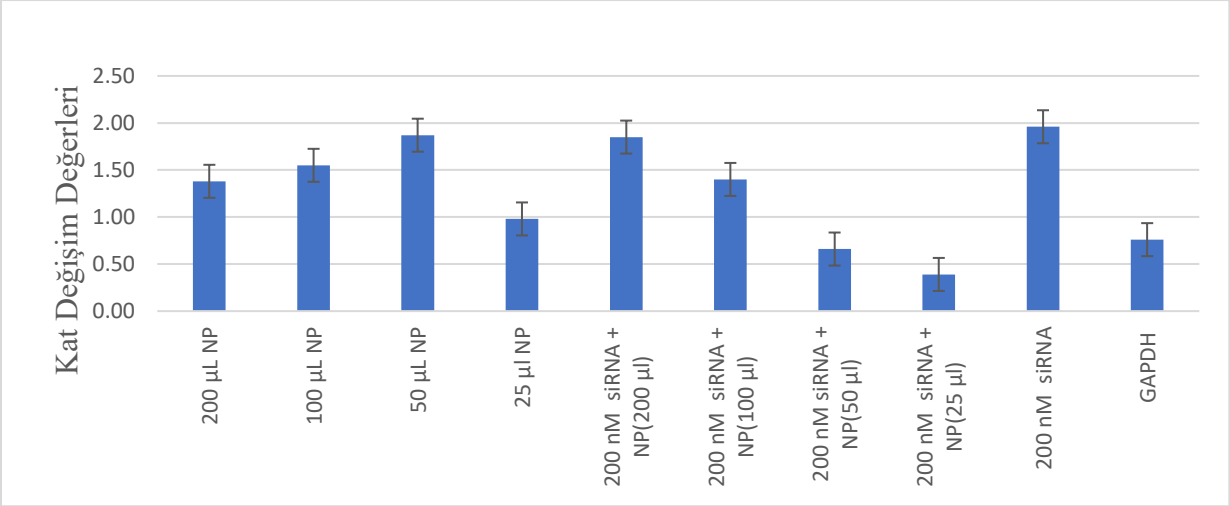
3.5. RT-PCR Sonuçları

KRAS-siRNA ile yüklü kitosan NP'lerin Capan-1 hücre hattındaki KRAS gen ifade düzeyi RT-PCR analizi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere göre, 100 nM siRNA yüklü kitosan NP'nin 50 µL ve 25 µL'lik dozlarının sırasıyla %19,7 ve %40,7 oranlarında, 200 nM siRNA yüklü kitosan NP'nin 50 µL ve 25 µL'lik dozlarının ise sırasıyla %13,1 ve %48,6 oranlarında KRAS gen ifadesini azalttığı tespit edilmiştir (Şekil 3.4. ve Şekil 3.5). Apoptoz nekroz sonuçlarına bakıldığında da, en yüksek apoptotik oranın 200 nM siRNA-kitosan kompleksinin 25 µL'lik dozunda tespit edilmesi, RT-PCR sonuçları ile apoptoz sonucunun uyumlu olduğunu göstermektedir. Buna göre başarılı bir KRAS gen inhibisyonu için 200 nM siRNA yüklü kitosan NP'nin 25 µL'lik dozunun en uygun doz olduğu söylenebilir.



Şekil 3.4. NP, serbest siRNA (100 nM) ve 100 nM siRNA yüklü kitosan NP'lerinin Capan-1 hücre hattında KRAS geninin ekspresyon değerleri.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Şekil 3.5. NP, serbest siRNA (200 nM) ve 200 nM siRNA yüklü kitosan NP'lerinin Capan-1 hücre hattında KRAS geninin ekspresyon değerleri.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar literatürde yapılan benzer çalışmalarla da paralellik göstermektedir. Küçükekmekçi ve Budak Yıldıran [16] tarafından yapılan bir çalışmada, Altın NP/KRAS-siRNA uygulamasının Capan-1 hücre hattında apoptoz-nekrozu indüklediği ve KRAS geninin ifadesini baskıladığı tespit edilmiş ve siRNA aracılı gen susturmanın terapötik olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Başka bir çalışmada da Çömez ve Akbuğa [17] VEGF hedefli 21 ve 35 bç'lik siRNA'ları kitosan NP'leri ile MDA-MB-231 meme kanseri hücre hattına transfer ederek VEGF ekspresyonunu sırasıyla %69,6 ve %51,2 oranında inhibe ettiğini ve apoptoz seviyesini de artırdığını göstermişlerdir. Ayrıca kitosan/TPP NP'lerinin siRNA'yı hücrelere aktarmak için uygun bir gen dağıtım sistemi olduğunu bildirmişlerdir. Strand ve arkadaşları [18] da peptit bazlı NP'ler ile KRAS-siRNA'yı pankreas ve kolorektal kanser hücrelerine aktararak, KRAS gen ifadesini inhibe ettiklerini ve hücrelerde %53-55 oranında hücre ölümü (apoptoz) meydana geldiğini bildirmişlerdir.

SONUÇ

Bu çalışmada, pankreas kanseri tedavisi için KRAS-siRNA'yı hücrelere iletmek üzere verimli ve biyouyumlu viral olmayan bir taşıyıcı olarak kitosan nanoparçacığı sentezlenmiştir. Sentezlenen kitosan NP'leri aracılığı ile KRAS-siRNA Capan-1 hücre hattına aktarılarak KRAS geni susturulmaya çalışılmıştır. Sonuç olarak kitosan NP'lerinin uygun bir gen iletim sistemi ve pankreas kanseri için umut verici bir tedavi yöntemi olabileceği değerlendirilmiştir. Ancak bu sistemin terapötik etkisini artırmak için daha fazla çalışılması ve in vitro olarak elde edilen bu sonuçların in vivo olarak da desteklenmesi gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi tarafından 2022/084 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

KAYNAKÇA

[1] Kara, G., Calin, G.A., & Ozpolat, B. (2022). RNAi-based therapeutics and tumor targeted delivery in cancer. Advanced Drug Delivery Reviews, 182, 1-19. https://doi.org/10.1016/j.addr.2022.114113

[2] Mahmoodi Chalbatani, G., Dana, H., Gharagouzloo, E., Grijalvo, S., Eritja, R., Logsdon, C.D., Memari, F., Miri, S.R., Rad, M.R., & Marmari, V. (2019). Small interfering RNAs (siRNAs) in cancer therapy: a nano-based approach. International Journal of Nanomedicine, 14, 3111-3128. https://doi.org/10.2147/IJN.S200253

[3] Pfeifer, E., Burchell, J. M., Dazzi, F., Sarker, D., & Beatson, R. (2021). Apoptosis in the Pancreatic Cancer Tumor Microenvironment-The Double-Edged Sword of Cancer-Associated Fibroblasts. Cells, 10(7), 1-18. https://doi.org/10.3390/cells10071653

[4] Igarashi, Y., & Sasada, T. (2020). Cancer Vaccines: Toward the Next Breakthrough in Cancer Immunotherapy. Journal of Immunology Research, 2020(2), 1-13. https://doi.org/10.1155/2020/5825401

[5] Huang, L., Guo, Z., Wang, F., & Fu, L. (2021). KRAS mutation: from undruggable to druggable in cancer. Signal Transduction and Targeted Therapy, 6(1), 1-20 https://doi.org/10.1038/s41392-021-00780-4

[6] Réjiba, S., Wack, S., Aprahamian, M., & Hajri, A. (2007). K-ras oncogene silencing strategy reduces tumor growth and enhances gemcitabine chemotherapy efficacy for pancreatic cancer treatment. Cancer Science, 98(7), 1128–1136. https://doi.org/10.1111/j.1349-7006.2007.00506.x

[7] Grant, T. J., Hua, K., & Singh, A. (2016). Molecular Pathogenesis of Pancreatic Cancer. Progress in Molecular Biology and Translational Science, 144, 241–275. https://doi.org/10.1016/bs.pmbts.2016.09.008

[8] Bannoura, S. F., Uddin, M. H., Nagasaka, M., Fazili, F., Al-Hallak, M. N., Philip, P. A., El-Rayes, B., & Azmi, A. S. (2021). Targeting KRAS in pancreatic cancer: new drugs on the

horizon. Cancer Metastasis Reviews, 40(3), 819–835. https://doi.org/10.1007/s10555-021-09990-2

[9] Huang, R., Du, H., Cheng, L., Zhang, P., Meng, F., & Zhong, Z. (2023). Targeted nanodelivery of siRNA against KRAS G12D inhibits pancreatic cancer. Acta Biomaterialia, 168, 529–539. https://doi.org/10.1016/j.actbio.2023.07.008

[10] Luo, D., Xu, X., Iqbal, M. Z., Zhao, Q., Zhao, R., Farheen, J., Zhang, Q., Zhang, P., & Kong, X. (2021). siRNA-Loaded Hydroxyapatite Nanoparticles for KRAS Gene Silencing in Anti-Pancreatic Cancer Therapy. Pharmaceutics, 13(9), 1-14. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13091428

[11] Rudzinski, W. E., & Aminabhavi, T. M. (2010). Chitosan as a carrier for targeted delivery of small interfering RNA. International Journal of Pharmaceutics, 399(1-2), 1–11. https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2010.08.022

[12] Alameh, M., Jean, M., Dejesus, D., Buschmann, M. D., & Merzouki, A. (2010). Chitosanase-based method for RNA isolation from cells transfected with chitosan/siRNA nanocomplexes for real-time RT-PCR in gene silencing. Journal of Nanomedicine, 5, 473–481. https://doi.org/10.2147/ijn.s10879

[13] Gan, Q., Wang, T., Cochrane, C., & McCarron, P. (2005). Modulation of surface charge, particle size and morphological properties of chitosan-TPP nanoparticles intended for gene delivery. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 44(2-3), 65-73. https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2005.06.001

[14] Omar Zaki, SS, Ibrahim, MN, & Katas, H. (2015). Particle size affects concentration-dependent cytotoxicity of chitosan nanoparticles towards mouse hematopoietic stem cells. International Journal of Nanomedicine, 2015(1), 1-5. http://dx.doi.org/10.1155/2015/919658

[15] Saravanabhavan S.S., Bose R., Skylab, S., & Dharmalingam, S. (2013). Fabrication of chitosan/TPP nanoparticles as a carrier towards the treatment of cancer, International Journal of Drug Delivery, 5(1), 35-42. http://www.arjournals.org/index.php/ijdd/index

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[16] Küçükekmekci, B., & Budak Yıldıran, F. A. (2024). Investigation of the efficacy of siRNA-mediated KRAS gene silencing in pancreatic cancer therapy. PeerJ, 12, 1-18. https://doi.org/10.7717/peerj.18214

[17] Cömez, B., & Akbuğa, J., (2023). Effects of Chitosan Nanoparticles with Long Synthetic siRNAs Targeting VEGF in Triple-Negative Breast Cancer Cells. Brazilian Journal Of Pharmaceutıcal Scıences, 59, 1-12. https://doi.org/10.1590/s2175-97902023e22304

[18] Strand, M. S., Krasnick, B. A., Pan, H., Zhang, X., Bi, Y., Brooks, C., Wetzel, C., Sankpal, N., Fleming, T., Goedegebuure, S. P., DeNardo, D. G., Gillanders, W. E., Hawkins, W. G., Wickline, S. A., & Fields, R. C. (2019). Precision delivery of RAS-inhibiting siRNA to KRAS driven cancer via peptide-based nanoparticles. Oncotarget, 10(46), 4761–4775. https://doi.org/10.18632/oncotarget.27109

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

GASTROİNTESTİNAL STROMAL TÜMÖRE BAĞLI GELİŞEN ERİŞKİN JEJUNOJEJUNAL İNTUSUSEPSİYON

Doç. Dr. FARUK PEHLİVANLI

Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi,

drfapeh@hotmail.com - ORCID ID: 0000-0002-2175-8756

Doç. Dr. OKTAY AYDIN

Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi,

droktayaydin@gmail.com - ORCID ID: 0000-0001-5728-0128

Opr. Dr. İLKER KAPLAN

Ermenek Devlet Hastanesi,

lkrkpln@gmail.com - ORCID ID: 0000-0002-2216-4730

ÖZET

İntususepsiyon, bağırsağın proksimal segmentinin, bağırsağın bitişik segmentinin lümeni içinde iç içe geçmesidir. Çocuklarda intususepsiyonun çoğu idiyopatiktir, fakat yetişkinlerde ise her zaman patolojik başlangıç noktasıyla ilişkilidir. Yetişkinlerde, jejuno-jejunal intususepsiyon çocukluk çağındakine kıyasla çok nadirdir. İnvajinasyon bulguları yetişkinlerde diğer intestinal obstrüksiyon sebepler ile karışabilir. Bu nedenle, yetişkinlerde tanı koymak güçtür, çocukların aksine genellikle ameliyat sırasında kesin tanı konabilir. Bu nedenle jejuno-jejunal intususepsiyonun nedeni olarak gastrointestinal stromal tümör (GIST) şüphesi varsa yeterli rezeksiyon yapıp negatif sınır korunması zorunludur. Bu olgumuzda, barsak obstrüksiyonu nedeniyle ameliyat ettiğimiz nadir görülen gastrointestinal stromal tümöre bağlı gelişen erişkin jejuno-jejunal intususepsiyon olgusu bildirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İntususepsiyon, gastrointestinal stromal tümör, ince barsak obstrüksiyonu.

GİRİŞ

İntususepsiyon, bağırsağın proksimal segmentinin, bağırsağın bitişik segmentinin lümeni içinde teleskopik olarak ilerlemesi sonucu ortaya çıkan durumdur[1]. İntususepsiyon insidansı yetişkinlere kıyasla çocuklarda daha yüksek olup özellikle 4 ile 10 aylık yaşlarda insidansı daha yüksektir. Anatomik yerleşim olarak intususepsiyon tipleri arasında ileokolik (%77), ileo-ileo-kolik (%12), ileoileal (%5), kolokolik (%2), ileoçekal, jejuno-jejunal ve retrograd intususepsiyon bulunur. Yetişkinlerde kolokolik intususepsiyon en yaygın form olup, çocuklarda ise ileokolik intususepsiyon yaygındır. Jejuno-jejunal intususepsiyon, yetişkin

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

intususepsiyonda nadir görülen bir bölgedir[2]. %90'ı idiyopatik olan pediatrik intususepsiyon vakalarının aksine, erişkin intususepsiyon vakalarının çoğu gastrointestinal stromal tümörler (GIST) gibi iyi huylu veya kötü huylu neoplazmlara sekonderdir[3]. Ancak GIST'ler tüm gastrointestinal tümörlerin %0,2'sinden azını ve ince bağırsak tümörlerinin yalnızca %0,04'ünü oluşturur[4]. Bu ince bağırsak lezyonlarının bulunması genellikle zordur ve geç tanı konur, bu da tedavi gecikmelerine yol açar. Hastaların çoğunluğu bağırsak tıkanıklığı semptomlarıyla gelir. Burada, GIST'in kaynaklı obstrüksiyona sonuçlanan bir yetişkin ince bağırsak intususepsiyonu vakasını sunuyoruz.

OLGU SUNUMU

Bilinen hipertansiyon, koroner arter hastalığı ve KOAH tanısı olan 66 yaşında erkek hasta acil servise karın ağrısı ve kabızlık nedeniyle başvurdu. Acil serviste yapılan fizik muayenede genel durum iyi, oryante, koopere , tansiyon:149/85 mm/Hg, nabız:85 atım/dk, solunum sayısı:16, ateş:36.2˚C , SPO2:94 idi. Yaklaşık bir aydır aralıklı devam eden karın ağrısı ve kabızlık şikayetleri mevcuttu. Batın muayenesinde epigastrik hassasiyet mevcut, defans-rebound yoktu. Hastanın çekilen abdomen bilgisayarlı tomografisinde invajinasyonla uyumlu görünüm mevcuttu (Görsel 1-2) .

Hastaya acil laparotomi kararı alındı. Eksplorasyonda treitzden itibaren yaklaşık 70 cm'de 30 cm'lik jejenum segmentinin intususepsiyonu mevcuttu (Görsel 3). Bu kısım redükte edildikten sonra bu segmentte yaklaşık 4*4 cm'lik GİST şüpheli lezyon görüldü (Görsel 4). Kitleyide içine alacak şekilde güvenli mesafeden rezeksiyon yapıldı. Yan yana anastomoz yapılıp vaka sonlandırıldı. Patoloji tanısı GİST olarak raporlandı. Takibinde komplikasyon gelişmeyen hasta postop 7. gün şifa ile taburcu edildi.

TARTIŞMA

İntususepsiyona bağlı bağırsak tıkanıklığı yetişkinlerde çocuklara göre daha az görülür. Bu oran yetişkinlerde %1'den azdır. Çocuklarda intususepsiyon çoğunlukla % 70-90 oranında idiyopatiktir[1]. İntususepsiyonun klinik özellikleri yetişkinlerde genellikle nonspesifiktir. Genel olarak yetişkin intususepsiyonu bağırsak tıkanıklığı bulgularıyla ortaya çıkar[5]. Yapılan çalışmalarda, karın ağrısı en sık görülen semptomdur. Bunu mide bulantısı ve kusma takip eder[6]. Bizim olgumuzda da yaygın karın ağrısı ve kabızlık bulgusu vardı.

Radyolojik olarak düz karın röntgenleri, baryumlu üst gastrointestinal grafiler, baryumlu lavman, ultrason ve abdominal bilgisayarlı tomografi (BT) taraması intususepsiyonu teşhis etmek için kullanılır. Jejuno-jejunal intususepsiyonu nedenlerinin çoğu postoperatif histopatolojik inceleme ile belirlenir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde jejuno-jejunal intususepsiyonun nedenleri arasında lenfoma, postgastrojejunostomi, inflamatuar barsak hastalıkları, postoperatif jejuno-jejunal anastomoz, jejunal polip, metastatik melanom, lipom, fibrom, Meckel divertikülü, adenokarsinom, GIST ve ektopik pankreas dokusu yer almaktadır[3,7]. Vaka raporumuza göre patolojik tanımız GIST olarak raporlandı.

GIST, Cajal'ın interstisyel hücrelerinden kaynaklanan az rastlanan bir mezenkimal tümördür. Birincil gastrointestinal malignitelerin %1'ini oluşturur[8]. En sık midede (%55,6) ve ince

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

bağırsakta (%31,8) görülürler[9,10]. GIST'ın çoğu sporadik olup, risk faktörleri tam olarak bilinmemektedir. Birincil semptomlar genellikle karın ağrısı, gastrointestinal kanama ve anemi gibi nonspesifiktir. Dispepsi, bulantı, kusma, kabızlık veya ishal diğer görülen semtomlardır[11]. Bazı zamanlarda, GIST'ler normal peristaltik aktiviteyi bozar, intraluminal invajinasyonu tetikler ve sonunda intususepsiyona neden olur[12].

Tanı yöntemi olarak kontrastlı bilgisayarlı tomografi, primer tümörün değerlendirilmesi ve doğru evreleme için tercih edilen incelemedir, ancak GIST'e bağlı intususepsiyonda tanı genellikle preoperatif görüntüleme yerine postoperatif örnekte yapılır. Negatif marjlı segmental rezeksiyon, rezeke edilebilir tümör için tercih edilen tedavi şeklidir. Tümör borderline rezeke edilebilir veya rezeke edilemez tümör olduğunda imatinib tedavisi tercih edilir[13]. İntususepsiyona bağlı GIST'in yönetimi, GIST'in geleneksel yönetiminden biraz farklıdır. Çoğu vakada, intususepsiyonun tedavisi için primer rezeksiyon ve anastomoz yapılır. Devam eden sürecin yönetimi postoperatif histopatoloji raporuna göre planlanır. Bizim olgumuzda 5 cm'lik sağlam doku sınırı bırakılarak rezeksiyon yapıldı.

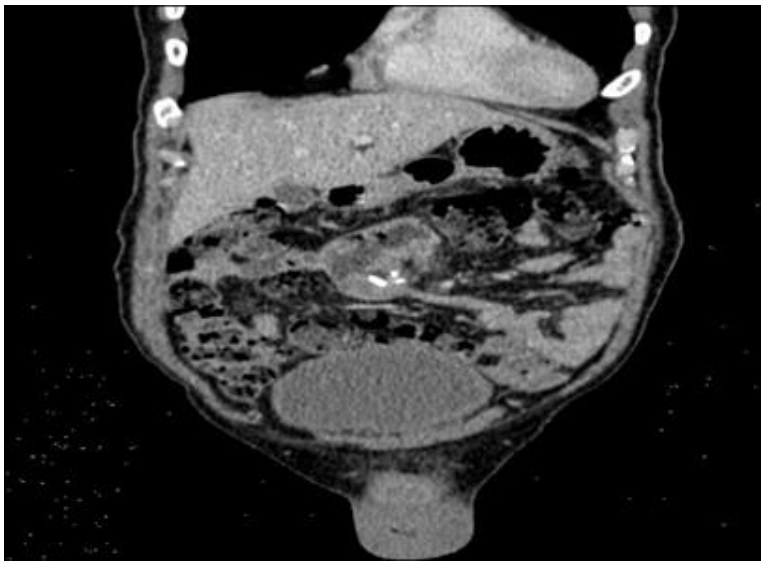
SONUÇ

İntususepsiyon yetişkinlerde bağırsak tıkanıklığının nadir bir nedenidir. Jejuno-jejunal intususepsiyonun bir nedeni olan GIST nadiren görülen bir durumdur. Tedavi yönetimi, negatif sınırla primer rezeksiyonudur. Çoğu vakada ameliyat öncesi tanı zordur, bu nedenle GIST'in jejuno-jejunal intususepsiyonun bir nedeni olarak şüphelenildiğinde yeterli negatif sınır kalacak şekilde tedavi edilmelidir.



Görsel 1: Abdomen bilgisayarlı tomografide invajinasyonla uyumlu görünüm

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 2: Abdomen bilgisayarlı tomografide invajinasyonla uyumlu görünüm



Görsel 3: İnvajinasyon ameliyat görüntüsü

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 4: İnvajinasyona sebep olan GIST ameliyat görüntüsü

KAYNAKLAR

1- Haas EM, Etter EL, Ellis S, Taylor TV. Adult intussusception. Am J Surg 2003;186(1):75-6.

2- Loukas M, Pellerin M, Kimball Z, de la Garza-Jordan J, Tubbs RS, Jordan R, et al. Intussusception: An anatomical perspective with review of the literature. Clin Anat 2011;24:552-61.

3- Ssentongo P, Egan M, Arkorful TE, et al. Adult Intussusception due to Gastrointestinal Stromal Tumor: A Rare Case Report, Comprehensive Literature Review, and Diagnostic Challenges in Low-Resource Countries. Case Rep Surg 2018;2018:1395230.

4- Kim MS, Woo IT, Jo YM, et al. Life-threatening bleeding with intussusception due to gastrointestinal stromal tumor: a case report. Surg Case Rep 2019;5:154.

5- Casali PG, Blay JY, Abecassis N, et al. Gastrointestinal stromal tumours: ESMO-EURACAN-GENTURIS Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. Ann Oncol 2022;33:20-33.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

6- Sadeghi P, Lanzon-Miller S. A jejunal GIST presenting with obscure gastrointestinal bleeding and small bowel obstruction secondary to intussusception. BMJ Case Rep 2015;2015:bcr2014207650.

7- LI, Hao, et al. Jejunojejunal intussusception with chronic bleeding caused by gastrointestinal stromal tumor: a case report and literature review. Journal of Gastrointestinal Oncology, 2022, 13.3: 1481.

8- Zakaria AH, Daradkeh S. Jejunojejunal intussusception induced by a gastrointestinal stromal tumor. Case Rep Surg 2012;2012:173680.

9- Pandiaraja, J. (2020). Adult jejuno-jejunal intussusceptions due to gastrointestinal stromal tumor. Indian Journal of Medical and Paediatric Oncology, 41(04), 602-604.

10- Søreide K, Sandvik OM, Søreide JA, et al. Global epidemiology of gastrointestinal stromal tumours (GIST): A systematic review of population-based cohort studies. Cancer Epidemiol 2016;40:39-46

11- Joensuu H, Hohenberger P, Corless CL. Gastrointestinal stromal tumour. Lancet 2013;382:973-83.

12- Atalaia-Martins C, Barbeiro S, Marcos P, et al. Ileoileal intussusception as an unusual cause of obscure overt gastrointestinal bleeding. Endoscopy 2016;48:E386-7.

13- Yoo C, Ryu MH, Jo J, Park I, Ryoo BY, Kang YK, et al. Efficacy of imatinib in patients with platelet-derived growth factor receptor alpha-mutated gastrointestinal stromal tumors. Cancer Res Treat 2016;48:546-52

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

TANI KONULMASI ZOR OLAN BİR OLGU SUNUMU: OBTURATOR HERNİ

Doç. Dr. FARUK PEHLİVANLI
Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi,
drfapeh@hotmail.com - ORCID ID: 0000-0002-2175-8756
Doç. Dr. OKTAY AYDIN
Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi,
droktayaydin@gmail.com - ORCID ID: 0000-0001-5728-0128
Opr. Dr. İLKER KAPLAN
Ermenek Devlet Hastanesi,
lkrkpln@gmail.com - ORCID ID: 0000-0002-2216-4730

ÖZET

Obturator herni nadir bir herni grubu olup tüm hernilerin %1 kadarını oluşturur. Genellikle kronik olarak eşlik eden bir hastalığı olan yaşlı ve zayıf kadınlarda görülür. Kendine has spesifik klinik belirti ve bulguları olmadığı için tanısı geç konur. Bu nedenle mortalite ve morbidite yüksektir. Olguların %0,4'ünde mekanik intestinal obstrüksiyon gelişir. Klinik olarak en sık bulgusu strangülasyon ile birlikte olan intestinal obstrüksiyondur. Tedavisi acil olarak cerrahi müdaheleyle yapılır. Bizlerde bu olgu sunumunda seksen üç yaşında kadın hastada klinik olarak ileus ile gelen; bilgisayarlı tomografi ve pozitif Howship-Romberg bulgusu mevcut olarak izlenen bir obturator herni olgusu sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Obturator herni, Howship-Romberg bulgusu, Transabdominal yaklaşım.

1. GİRİŞ

Pierre Roland Arnaud de Ronsil tarafından ilk olarak 1724 yılında tanımlanan obturator herni, pelvik hernilerin nadir görülen bir türüdür. Tüm herni tipleri arasında %1'den daha az oranda görülür. Genellikle yetmiş ile doksan yaşlarında, zayıf ve çok doğum yapmış kadınlarda ortaya çıkar. Bu özelliği ile yaşlı kadın hernisi olarak adlandırılır [1-3].

Pelvik duvarın anterolaterinde iskium ve pubik rami tarafından oluşturulan obturator foramen, oval şekilli bir deliktir. Üzeri fibröz obturator membran ile kaplıdır. İçerisinde obturator sinir, arter ve venin pelvisten uyluğa geçişini sağlayan 2-3 cm uzunluğunda ve 1 cm genişliğinde obturator kanal bulunur [2,4.] Normalde kanal içerisi yağ doku ile doludur ve herni oluşabilmesi için bir boşluk bulunmaz. Ancak vücut yağ kitlesinin kaybı ve intra-abdominal basınç artışına neden olan kronik öksürük, kronik obstriktif akciğer hastalığı, kronik konsitipasyon ve asit gibi predispozan faktörlerin varlığında herniyasyon gelişebilir [1-6]. Obturator hernisi olan hastaların yaklaşık %90'ında intestinal obstrüksiyon meydana gelir. Özellikle strangülasyonun görüldüğü vakalarda, mortalite oranı %70'e kadar çıkabilir [5].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Düz radyografiler genellikle ince bağırsak tıkanıklığının spesifik olmayan bulgularını gösterir ve obturator hernisinin teşhisinde nadiren yardımcı olur. Ultrasonografi teşhisde yararlı ve güvenilirdir ancak bu derin bölgenin göreceli olarak erişilemez olmasıyla bulgular sınırlıdır. Bilgisayarlı tomografi taraması hem obturator herninin ve aynı zamanda diğer bağırsak tıkanıklığı durumlarını da doğru bir şekilde teşhis edebilir [2,7].

Obturator herninin tedavisinde, cerrahi onarım altın standart yöntemdir. Değişik cerrahi yöntemler olmakla beraber en sık kullanılan yöntem orta hat insizyonu kullanılarak yapılan abdominal yaklaşımdır. Bu sunulan olgudaki amacımız, bu nadir herni türünün farklı klinik yönlerini, tanılarını ve tedavilerini ele almaktır.

2. OLGU

Seksen üç yaşında kadın hasta, beş gündür devam eden bulantı, kusma ve uyluğa doğru yayılan pelvik ağrı şikayetleri ile acil servise başvurdu. Hastanın özgeçmişinde astım, kardiyak aritmi, hipertansiyon ve guatr öyküsü mevcuttu. Geçirilmiş abdominal cerrahi girişim öyküsü yoktu. Multiparitesi mevcuttu. Yapılan fizik muayenesinde batın alt kadranlarda hassasiyet mevcuttu. Defans ve rebound bulguları izlenmedi. Batın ön duvarda, inguinal bölgede ve femoral bölgede herni bulgusuna rastlanmadı. Howship Romberg bulgusu mevcuttu. Rektal muayenede patolojik bulgu izlenmedi. Barsak sesleri hiperaktif olarak değerlendirildi. Ayrıca hastanın dev multinodüler guatrı mevcuttu.

Rutin kan tetkiklerinde; beyaz kan hücresi 10.860/µL, hemoglobin 9g/dL ve C-reaktif protein 27,8 mg/dL idi. Diğer kan tetkikleri, normal değerlerdeydi. Hastaya üriner katater ve nazogastrik tüp yerleştirildi. Nazogastrik tüpten yaklaşık 500 cc civarında fekaloid içerik geldi Akciğer grafisinde, patolojik bulgu izlenmedi. Abdomen grafisinde, dar tabanlı hava-sıvı seviyelenmeleri görüldü. Hastaya intravenöz kontrastlı abdomen bilgisayarlı tomografi planlandı fakat hasta uyumsuzluğu nedeniyle çekilemedi.

Hastaya acil operasyon planlandı ve operasyon odasına alınan hastaya orta hat laparatomi yapıldı. Eksplorasyonda ileoçekal valvten 100. cm'de bulunan ileal segmentin sağ obturator kanal içerisine herniye olduğu ve burada inkarserasyon geliştiği görüldü (Görsel 1). İnkarsere olan ileal segmentin proksimalindeki ince barsak anslarının yaygın şekilde dilate olduğu görüldü. Batın içerisinde 100 cc civarında seröz vasıfta serbest mayi vardı. İnkarsere segment, obturator kanal içerisinden çıkarıldı. Kanlanması normal olan bu segmente rezeksiyon yapılmadı (Görsel 2). Herni defekti, plug mesh ile kapatılarak işleme son verildi (Görsel 3). Hasta post-operatif 1. günde oral alıma başladı ve post-operatif 4. günde externe edildi.

3. TARTIŞMA

Kadınlarda, erkeklere göre daha geniş triangülar pelvis yapısı olması ve multiparite faktörü nedeniyle kadınlarda obturator foramen daha geniştir. Bu durum da kadınlarda, erkeklere nazaran 6 ile 9 kat daha fazla obturator herni gelişme riskine neden olur[1,6]. Herniyasyon genellikle Richter fıtığı şeklinde meydana gelirken vakaların %50'sinde herni kesesi içerisinde ileum yer alır. Appendix, kolon, Meckel divertikülü ve omentum ise nadiren herniye olur[2,3].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Vakaların %0,2 ile 1,6'sında ince barsağın mekanik obstrüksiyonu görülür ve vakaların yaklaşık %90'ı mekanik obstrüksiyon ile presente olur[5,6]. Semptomların non-spesifik olması ve erken tanı konmanın zorluğu nedeniyle bu hastalarda mortalite %70'e kadar çıkar[6]. Bizim vakamızda da hastamız zayıf, yaşlıydı ve tıkanan kısım ince barsaktı.

Obturator herni, sol tarafta sigmoid kolonun herniyasyonu önlemesi nedeniyle çoğunlukla sağ tarafta görülür ancak her iki tarafta da ortaya çıkabilir. Herni gelişimi için üç anatomik evre vardır. İlk evrede, pre-peritoneal yağ dokusu obturator kanalın pelvik orifisinden içeri girer. İkinci evrede periton bu orifis içerisine girer ve peritoneal herni kesesi meydana gelir. Son evrede ise, intra-abdominal bir organ herni kesesi içerisine girer ve semptomlar ortaya çıkar [5]. Bizim olgumuzda sağ tarafta görülen bir obtrator herni vakasıydı.

Obturator hernisi hastalarda genellikle obturator sinirin sıkışmasına bağlı olarak pelviste derin yerleşimli ve uyluğa doğru yayılan bir ağrı şikayeti bulunur. Bununla birlikte hastada ileus gelişirse bulantı, kusma ve gayta çıkaramama görülebilir. Fizik muayenesinde genellikle pozitif bir bulgu elde edilemez. Obturator kanalın derin yerleşimi nedeniyle herniyasyonun fizik muayenede saptanması mümkün değildir [8]. Ancak rektum ya da vajina yakınında palpabl kitle varlığı klinik şüphe oluşturabilir[5]. Obturator sinirin basısına bağlı olarak patognomonik Howship Romberg ve Hannigton Kiff bulguları vakaların %15 ile 20'sinde görülebilir[5,8]. Bizim olgumuzda da hastanın uyluğa vuran ağrısı, bulantısı.kusması ve Howship-Romberg bulgusu mevcuttu.

Obturator herni tanısının pre-operatif olarak konulması genellikle çok mümkün olmaz. Preoperatif tanı için kullanılabilecek X-ray grafi, baryumlu floroskopi, ultrasonografi ve bilgisayarlı tomografi gibi çeşitli görüntüleme yöntemleri mevcuttur. Abdominal X-ray grafide, non-spesifik olarak ileusu işaret eden hava sıvı seviyelenmeleri görülebilir. Ultrasonografi, obturator kanala herniyasyonu gösterebilir ancak kanalın derin yerleşimi ve tetkikin kullanıcı bağımlı olması çoğu zaman kullanımını kısıtlar. Abdominopelvik bilgisayarlı tomografi ise görüntüleme yöntemleri arasında tanı için altın standart yöntemdir[5]. Yapılan çalışmalarda, bilgisayarlı tomografinin kullanıma girmesi ile pre-operatif tanının %43'ten %90'a çıktığı gösterilmiştir. Bilgisayarlı tomografide, obturator externus ve pektineus kasları arasında kitle şeklinde lezyon tespit edilmesi tanı koydurur[5,6,8]. Bizim olgumuzada hastanın acil olarak alınması ve hastanın mental uyumsuzluğu nedeniyle tomografi çekilemedi.

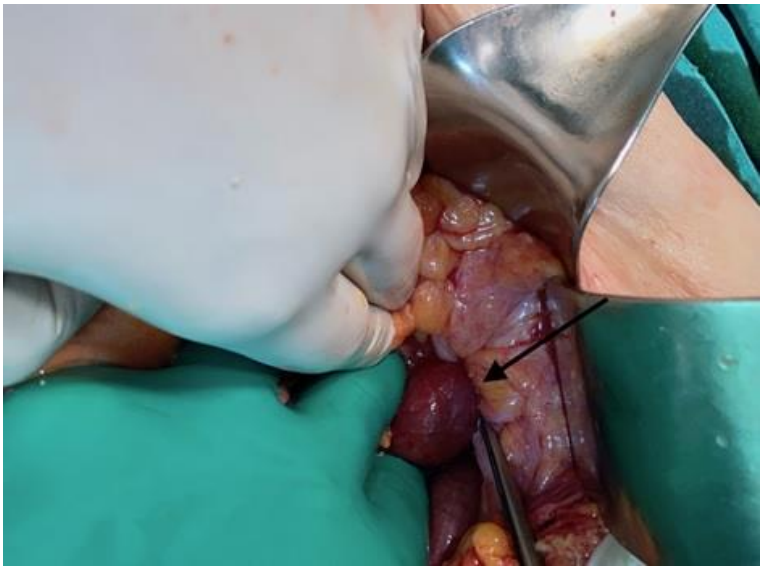
Obturator herninin tedavisinde, cerrahi onarım altın standart yöntemdir. Cerrahi onarım hekimin tercihine bağlı olarak pre-peritoneal, inguinal, obturator, intra-abdominal ve minimal invaziv yaklaşımla yapılabilir. En sık kullanılan yöntem orta hat insizyonu kullanılarak yapılan abdominal yaklaşımdır. Bu yaklaşımın kullanılmasının temel avantajı, strangülasyon durumunda barsak rezeksiyonuna kolaylık sağlamasıdır. Minimal invaziv yöntem, total ekstra-peritoneal yöntem (TEP) ve trans-abdominal pre-peritoneal yöntem (TAPP) ile uygulanabilir. Özellikle yüksek riskli hastalarda yatış süresini kısaltmak, post-operatif ağrı ve ileusu azaltmak ve akciğer komplikasyonların önüne geçmek için tercih edilebilir. Bununla birlikte, ileus durumunda barsak dilatasyonunun abdominal kavite boşluğunu daraltması, minimal invaziv yöntemler için sorun teşkil eder[3,5,9]. Herni defekti, primer sütürasyon, mesh, omentum, round ligmantenti, uterin fundus, over, mesane duvarı ya da kas ve peritoneal yamalar ile

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

kapatılabilir[3,4]. Yapılan bir çalışmada, mesh ile kapatma ve primer onarım karşılaştırılmış ve bağırsak nekrozu bulunan vakalarda sahanın enfekte olma riski ortaya konulmuştur. Bu durumda mesh kullanılması kontraendike olacağı için primer kapatma ve peritoneal/omental yama yöntemleri kullanılabilir[1]. Bizim olgumuzda inkarsere bağırsak segmentinin takipte strangülasyona gitmediği ve kanlanmasının normale döndüğü, rezeksiyona gerek kalmadığı görüldü. Herni defekti, plug mesh ile kapatılarak tedavi yapıldı.

4. SONUÇ

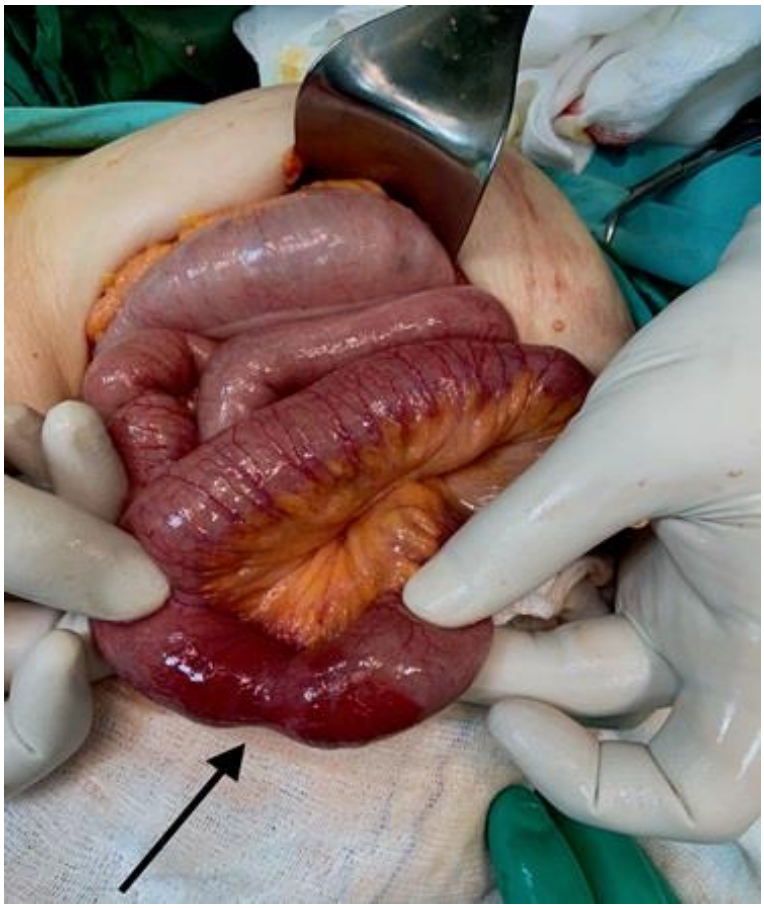
Obturator herni, nadir görülen bir herni tipidir ve özellikle yaşlı kadınlarda ortaya çıkar. Semptomlarının ve fizik muayene bulgularının düşük şiddette ve non-spesifik olması hastaneye geç başvuraya ve erken tanı konulmasının zorlaşmasına neden olur. Bu yüzden hastalarda morbidite ve mortalite yüksek seyreder. Özellikle uyluğa doğru yayılan derin pelvik ağrısı bulunan hastalarda ayrıcı tanıda akılda tutulmalıdır ve tanı alan hastalarda, hastalık erken dönemde çekilen bilgisayarlı tomografi ve cerrahi müdahale ile yönetilmelidir.



.

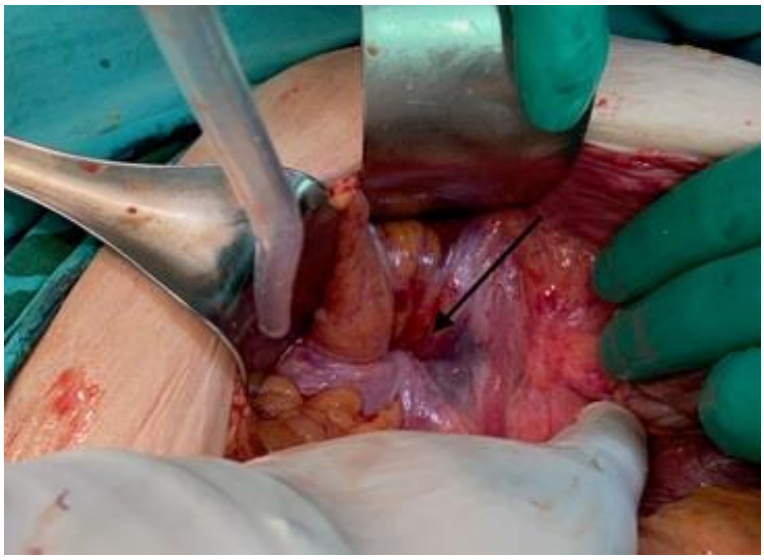
Görsel 1. İnkarsere bağırsak segmenti

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



.

Görsel 2. İnkarsere bağırsak segmenti



Görsel 3. Sağ obturator foramen

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

KAYNAKÇA

1. Leitch MK, Yunaev M. Difficult diagnosis: strangulated obturator hernia in an 88-year-old woman. Case Reports 2016;2016:bcr2016215428.
2. Mindaye ET, Giduma D, Tufa TH.Obturator hernia: case report. Journal of Surgical Case Reports 2020;10:1-3.
3. Conti L, Baldini E, Capelli P, Capelli C. Bowel obstruction in obturator hernia: A challenging diagnosis. Int J Surg Case Rep. 2018;42:154-157. doi: 10.1016/j.ijscr.2017.12.003. Epub 2017 Dec 7. PMID: 29274599; PMCID: PMC5773477.
4. Hayes C, Schmidt K, Neduchelyn Y, et al Obturator hernia of Richter type: a diagnostic dilemma BMJ Case Reports CP 2020;13:e238252.
5. Park J. Obturator hernia: clinical analysis of 11 patients and review of the literature. Medicine 2020;99:34(e21701).
6. Chitrambalam TG, Christopher PJ, Sundaraj J, et al Diagnostic difficulties in obturator hernia: a rare case presentation and review of literature BMJ Case Reports CP 2020;13:e235644.
7. Lin H-H, Juan C-W, Chew B-T, Chao J-H. Obturator hernia: Little old lady's hernia. Int J Gerontol. 2010;4:3.
8. Mnari W, Hmida B, Maatouk M, Zrig A, Golli M. Strangulated obturator hernia: a case report with literature review. *Pan Afr Med J*. 2019;32:144. Published 2019 Mar 26. doi:10.11604/pamj.2019.32.144.14846.
9. Loizides S, Read J. Laparoscopic mesh repair of obturator hernia causing small bowel obstruction. Ann R Coll Surg Engl. 2019 Sep;101(7):534-535. doi: 10.1308/rcsann.2019.0092. Epub 2019 Jun 20. PMID: 31219305; PMCID: PMC6667948.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

NADİR BİR DİYAFRAM HERNİSİ OLGUSU: MORGAGNİ HERNİ VE CERRAHİ TEDAVİSİ

Doç. Dr. OKTAY AYDIN
Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi,
droktayaydin@gmail.com - ORCID ID: 0000-0001-5728-0128

Doç. Dr. FARUK PEHLİVANLI
Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi,
drfapeh@hotmail.com - ORCID ID: 0000-0002-2175-8756

Opr. Dr. İLKER KAPLAN
Ermenek Devlet Hastanesi,
lkrkpln@gmail.com - ORCID ID: 0000-0002-2216-4730

ÖZET

Morgagni hernileri, konjenital olarak diyaframın kostal kenarı ile septum transversum arasındaki gelişimsel defektten kaynaklanan nadir bir diyafram hernisi türüdür. Genellikle bu hastalar doğumdan sonra asemptomatiktir. Yetişkinlerde hafif veya orta derecede substernal ağrı ile semptomatik hale gelebilir, inkarserasyon veya strangülasyon gelişebilir. Tanı ve tedavi planlaması için mutlaka BT ile görüntüleme yapılmalıdır. Hem semptomatik hem de asemptomatik Morgagni hernilerinde cerrahi tedavi uygulanmalıdır. Başarı oranı hem abdominal hem de torasik yaklaşımda benzerdir. Laparoskopik tekniklere aşina cerrahlar, Morgagni fıtığı olan hastaları tedavi ederken bu minimal invazif yaklaşımlarıda göz önünde bulundurmalıdır. Bu makalede aralıklı karın ağrısı ve nefes darlığı şikayeti olan, morgagni hernisi sebebiyle transabdominal cerrahi yaklaşım uygulanan 60 yaşında kadın hastanın cerrahi tedavisi sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mogragni hernisi, Diyafram hernisi, Transabdominal yaklaşım.

1. GİRİŞ

Morgagni'nin 1761 de ilk tanımında, karın içeriğinin ön retrosternal diyafram defektinden torasik boşluğa geçişi Morgagni hernisi olarak tanımlanmıştır [1, 2]. İlk radyolojik tanısı 1911 yılında Waelli, tarfından konulmuştur [2]. Morgagni hernileri, konjenital olarak diyaframın kostal kenarı ile septum transversum arasındaki gelişimsel defektten kaynaklanan nadir bir diyafram hernisi türüdür [1, 3, 4]. Bu tip herniler anterior parasternal veya retrosternal diyafragma hernisi olarakta adlandırılabilir [3, 5]. Genellikle diyaframın sağ tarafında yerleşir ve tüm diyafram hernilerinin yaklaşık %3'ünü oluşturur [1, 2]. Genellikle bu hastalar doğumdan sonra asemptomatiktir. Yetişkinlerde hafif veya orta derecede substernal ağrı ile semptomatik hale gelebilir, inkarserasyon veya strangülasyon gelişebilir [4]. Morgagni hernilerinin tedavisi

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

cerrahidir ve bugüne kadar transabdominal veya transtorasik yaklaşımlar uygulanmıştır [1]. Bu makalede, Morgagni hernisi sebebiyle transabdominal cerrahi yaklaşım uygulanan 60 yaşında kadın hastanın cerrahi tedavisi sunulmuştur.

2. OLGU

Aralıklı karın ağrısı ve nefes darlığı şikayeti olan 60 yaşında kadın hasta poliklinik başvurusunda değerlendirildi. Batın muayenesi normaldi. Özgeçmişinde özellik yoktu. Hastanın labaratuvar sonuçlarında anormallik görülmedi. Hastanın radyolojik incelemesinde ayakta akciğer grafisinde sağ hemitoraks içerisinde barsak anslarına ait olduğu düşünülen hava görünümü izlendi (Görsel 1). Hastanın toraks-abdomen bilgisayarlı tomografisinde kolonik barsak ansları ve midenin batın içi mezenterik yağlı doku ile birlikte yaklaşık 85mm'lik defektten toraksa sağ parakardiyak alana herniyasyon saptandı. Sağda orta lob ve alt lobda herniasyona sekonder pasif atelektazi alanları izlendi. Her iki akciğerde bazal kesimlerde daha belirgin olmak üzere, bronkovasküler demette belirginleşmeler ve yer yer buzlu cam dansitesinde görünüm izlendi (Görsel 2). Mevcut bulgularla hastaya laparotomi kararı alındı. Hasta operasyon alındığında transvers kolon, mide ve omentumun sternum altından sağ diyafragmaya uzanan yaklaşık 10 cm lik defektten herniye olduğu görüldü. herni kesesi içerisindeki organlar batın içerisine redükte edildi. Herni kesesi eksize edilerek diyaframdaki defekt çift kat sütüre edilerek herniorafi yapıldı. Postoperatif takibinde çekilen akciğer grafisinde her iki hemitoraksın sorunsuz havalandığı görüldü (Görsel 3). takiplerinde ek problem görülmeyen hasta postoperatif 3. gün taburcu edildi.

3. TARTIŞMA

İlk olarak Morgagni tarafından bir İtalyan taş ustasının otopsisinden sonra tanımlanmış ve “Seats and Causes of Diseases” (1761) adlı kitabında yayınlanmıştır. Bu defekt aynı zamanda Larrey'in boşluğu olarak da anılır [2, 6]. Ancak bazı yazarlar sağdaki potansiyel retrosternal boşluğa "Morgagni boşluğu" ve soldaki boşluğa "Larrey boşluğu" adını verir [7]. Gebeliğin 4. ve 12. haftaları arasında gerçekleşen diyaframın oluşumu karmaşık bir süreçtir. Bu sürecin koordinasyonundaki hatalar diyaframda doğuştan gelen kusurlara veya zayıflığa yol açar[2]. Bu üçgen şeklinde olan aralık, diyafragmanın santral tendonuna yapışan kostal kenar ve ksifosternumdan başlayan kas lifleri arasında bulunmaktadır. Anterior diyafragmatik herniler Morgagni hernisi olarak bilinmekle birlikte subkostasternal herni, retrosternal herni, parasternal herni veya basit anterior herni olarak da adlandırılır [4] . Morgagni hernileri karaciğerin korumasına rağmen sağda çok daha yaygındır. Bu farklılığa dair bir hipotez, soldaki perikardiyal bağlantıların diyaframın o tarafına ek destek sağlamasıdır [2, 8]. Foramen Morgagni hernileri %90 sağ tarafta gelişir, sol taraf %8 ve bilateral %2 oranında görülür [4, 9]. En sık olarak omentum ardından kolon herniye olmaktadır [3, 5]. Retroperitoneal olmayan hemen hemen her abdominal organ bir MH içinde bulunabilir. Ancak, sadece omentum (%31) veya kolon ve omentum (%29) fıtık kesesinin en yaygın içeriğini oluşturur. Mide (%15), ince bağırsak (%11) ve karaciğer (%4) de fıtık kesesi içinde bulunabilir[2]. Bazen hastalarda eş zamanlı paraözofageal herni olabilir [2, 10]. Morgagni hernileri çok nadiren perikarddaki bir defektle ilişkili olabilir. Bu durumda fıtıklaşan organ perikarddı r[11]. Morgagni hernilerinin çocukluk çağında erkeklerde daha yaygın, yetişkinlikte ise kadınlarda daha yaygın olduğu bildirilmiştir ve genellikle beşinci

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

onyıldan sonra teşhis edilir [1, 12]. Konjenital Morgagni hernilerine Down sendromu, konjenital kalp hastalığı ve omfalosel gibi konjenital anomaliler eşlik edebilir [13]. Morgagni hernileri erişkinlerdeki nontravmatik diyafragma hernileri içinde %2-4 oranında görülmektedir [3]. Bizim olgumuz 60 yaşında kadın hastaydı ve defekt diyafragmanın sağında yeralmakatydı. Konjenital bir hastalığı yoktu. Fıtık kesesi içerisinde omentum, transvers kolon ve mide yeralmaktaydı.

Çocukluk çağında çoğunlukla asemptomatik olan Morgagni hernileri genellikle erişkinlikte tespit edilir[1]. Gebelik, travma, obezite, kronik kabızlık ve kronik öksürük gibi yatkınlık yaratan faktörler Morgagni hernisi vakalarının %41'inde mevcuttur [2, 3, 14]. Genellikle asemptomatik olan erişkin Morgagni hernilerinde subkostal bölgede künt bir ağrı ve eğer herniye olan organ strangülasyona uğramışsa obstrüksiyon bulguları da mevcut olabilir [3]. Yetişkinlerde dispne, göğüs ağrısı ve karın ağrısı daha sık görülen semptomlardır[1]. Ancak kabızlık, ishal, kusma, şişkinlik gibi gastrointestinal semptomlar ve akut solunum sıkıntısı sendromu gibi solunum sistemi semptomlarıda görülebilir[1]. Göğüs muayenesi sırasında duyulan solunum seslerinin azalması veya bağırsak sesleri tanı için önemli göstergedir [15]. Bizim olgumuzda hastanın aralıklı nefes darlığı ve karın ağrısı şikayetleri mevcuttu. Dinlemekle sağ akciğer bazalde solunum sesinde azalma ve bağırsak sesleri mevcuttu.

Morgagni hernilerinin tanısı genellikle radyolojiktir. Morgagni hernilerinin tanısında kullanılan ilk yöntem PA akciğer grafisidir. Direkt grafide genellikle perikardial bir kitle olarak veya toraks boşluğunda, içinde hava ihtiva eden, barsak ansları görülebilmektedir [3, 5]. Ancak BT, Morgagni hernilerinin teşhisi için daha doğru non-invaziv bir yöntemdir[1]. Morgagni hernilerinin ayırıcı tanısında, plevra-perikardiyal kistler, plevral mezotelyoma, perikardiyal yağ yastığı, mediastinal lipom, diyafram tümörleri veya kistler ve göğüs duvarı tümörleri veya timoma gibi anterior mediasten lezyonları gözönünde bulundurulmalıdır [15]. Bununla birlikte diğer mediastinal kitlelerin Morgagni hernilerinden ayırt etmede MRI kullanılabilir [1]. Bizim olgumuzda ön tanı PA akciğer grafisi ile konuldu. Kesin tanı, herninin boyutu, olası komplikasyon varlığı ve çevre organ ilişkisi BT ile ortaya kondu. BT cerrahi planlanan hastada cerrahi yaklaşımın türünü belirlemede de önemli bulgular vermektedir.

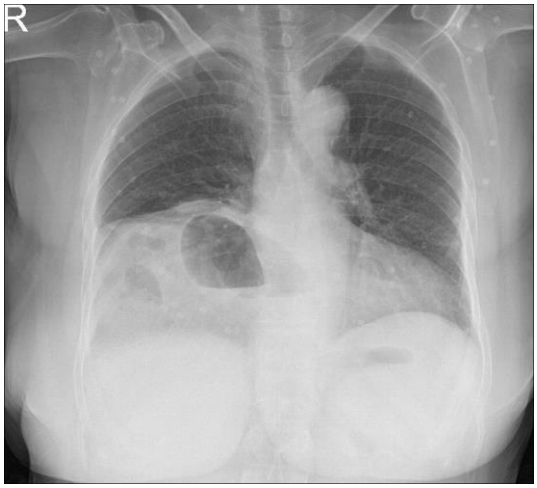
Strangülasyon ve obstrüksiyon gibi yaşamı tehdit eden komplikasyonlar nedeniyle tüm Morgagni hernisi vakalarında erken cerrahi müdahale önerildi[1, 2, 14]. Nadir olarak abdominal içeriğin perikarda herniye olarak kardiyak tamponad ve ölüme yol açabileceği bildirilmektedir [4, 16]. Morgagni hernilerinin tedavisi semptomlar minimal dahi olsa cerrahidir . Cerrahi girişim yolu olarak, trans abdominal veya trans torasik yol uygulanmaktadır . Morgagni hernilerinde peroperatif tanı cerrahi seçeneğini belirlemektedir [3]. Ameliyatın amacı fıtık kesesinin çıkarılması, karın organlarının aşağı doğru indirilmesi ve fıtık defektinin kapatılmasıdır[1]. Preoperatif tanı konulmuş hastalarda redükte edilen abdominal organların beslenmesi ve fonksiyonel durumlarının değerlendirilmesi açısından transabdominal yol avantajlıdır [3, 4]. Buna ek olarak, transabdominal yaklaşımın morbiditesinin az olması, ameliyat sonrası ağrı ve hastanede kalış süresinin daha kısa olması diğer tercih nedenleridir [4]. Minimal invaziv tekniklerle ilgili deneyim arttıkça, Morgagni fıtıklarının laparoskopik veya torakoskopik yöntemlerle tedavisi mümkün hale gelmiştir[1]. Morgagni hernilerinde fıtık kesesinin çıkarılması tartışmalı bir konudur ve büyük ölçüde cerrahın deneyimine bağlıdır[1]. Bizim olgumuzda cerrahi

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

yaklaşım olarak transabdominal yaklaşıldı ve redüksiyon sonrası herni kesesi diseke edilerek defekt çift kat olarak sütüre edilerek onarıldı.

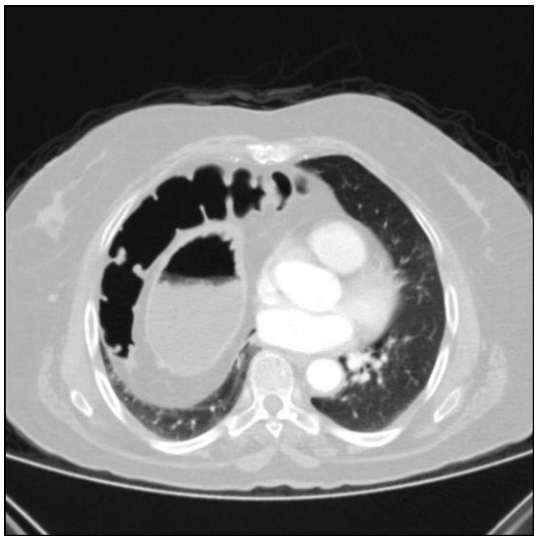
4. SONUÇ

Sonuç olarak, hem semptomatik hem de asemptomatik Morgagni hernilerinde cerrahi tedavi uygulanmalıdır. Başarı oranı hem abdominal hem de torasik yaklaşımda benzerdir. Tanı ve tedavi planlaması için mutlaka BT ile görüntüleme yapılmalıdır. Ameliyat öncesi tanı kesin ise transabdominal yaklaşım önerilir. Laparoskopik tekniklere aşina cerrahlar, Morgagni fıtığı olan hastaları tedavi ederken bu minimal invazif yaklaşımlarıda göz önünde bulundurmalıdır.



.

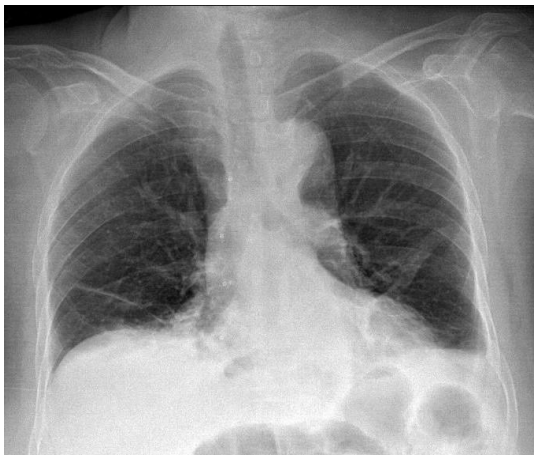
Görsel 1. Preoperatif ayakta direkt karın grafisinde sağ hemitoraks içerininde bağırsaklara ait görünüm



.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Görsel 2. Toraks-abdomen bilgisayarlı tomografide kolonik barsak ansları ve midenin batın içi mezenterik yağlı doku ile birlikte toraksa sağ parakardiyak alana herniyasyonu görünümü



.

Görsel 3. Postoperatif ayakta direkt karın grafisi

KAYNAKÇA

[1] Aydin Y, Altuntas B, Ulas A, Daharli C, Eroglu A: Morgagni hernia: transabdominal or transthoracic approach? Acta Chirurgica Belgica 2014, 114:131-5.
[2] Horton JD, Hofmann LJ, Hetz SP: Presentation and management of Morgagni hernias in adults: a review of 298 cases. Surgical endoscopy 2008, 22:1413-20.
[3] Yörük Y, Mamedov R, Köse S, Ekim T: Erişkin Morgagni hernilerinde cerrahi tedavi. GKDC Dergisi 1998, 6:517-20.
[4] Okutan H, Uçan ES, Silistireli E, Oto Ö: Erişkin Morgagni hernisinde transtorasik yaklaşım. Toraks Dergisi 2000, 1:79-81.
[5] Fell SC: Surgical anatomy of the diaphragm and the phrenic nerve. Chest Surgery Clinics of North America 1998, 8:281-94.
[6] Comer TP, Schmalhorst WR, Arbegast NR: Foramen of Morgagni hernia diagnosed by liver scan. Chest 1973, 63:1036-8.
[7] Thoman D, Hui T, Phillips E: Laparoscopic diaphragmatic hernia repair. Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques 2002, 16:1345-9.
[8] Aabye R: Diaphragmatic hernia: right-sided sub-costosternal type in a patient with large gibbus. Acta Chir Scand 1954, 108:6-12.
[9] Comer TP, Clagett OT: Surgical treatment of hernia of the foramen of Morgagni. The Journal of thoracic and cardiovascular surgery 1966, 52:461-8.
[10] Cokmez A, Durak E: Laparoscopic repair of Morgagni hernia and paraesophageal hernia on the same patient. Surgical Endoscopy 2003, 17:660-.
[11] Stevens R, Mathers A, Hollman A, MacKenzie J, Galea P, Macdonald P, Wilson N: An unusual hernia: congenital pericardial effusion associated with liver herniation into the pericardial sac. Pediatric radiology 1996, 26:791-3.
[12] McBride CA, Beasley S: Re: Laparoscopic repair of diaphragmatic Morgagni hernia in children: review of 3 cases. Journal of Pediatric Surgery 2011, 46:1470.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[13] Herman TE, Siegel MJ: Bilateral congenital Morgagni hernias. Journal of Perinatology 2001, 21.
[14] Karamustafaoglu YA, Kuzucuoglu M, Tarladacalisir T, Yoruk Y: Transabdominal subcostal approach in surgical management of Morgagni hernia. European journal of cardio-thoracic surgery 2011, 39:1009-11.
[15] Colakoğlu O, Haciyanli M, Soytürk M, Colakoğlu G, Simşek I: Morgagni hernia in an adult: atypical presentation and diagnostic difficulties. The Turkish Journal of Gastroenterology: the Official Journal of Turkish Society of Gastroenterology 2005, 16:114-6.
[16] De Fonseca J, Davies M, Bolton K: Congenital hydropericardium associated with the herniation of part of the liver into the pericardial sac. Journal of pediatric surgery 1987, 22:851-3.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

NADİR BİR İNTERNAL HERNİASYON OLGUSU: PARAÇEKAL HERNİ VE CERRAHİ TEDAVİSİ

Doç. Dr. OKTAY AYDIN
Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi,
droktayaydin@gmail.com - ORCID ID: 0000-0001-5728-0128

Doç. Dr. FARUK PEHLİVANLI
Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi,
drfapeh@hotmail.com - ORCID ID: 0000-0002-2175-8756

Opr. Dr. İLKER KAPLAN
Ermenek Devlet Hastanesi,
lkrkpln@gmail.com - ORCID ID: 0000-0002-2216-4730

ÖZET

İnternal herniasyon, periton veya mezenterdeki defektler içerisine karın içi organların fıtıklaşması olarak tanımlanır. Bu defektler konjenital olabileceği gibi, travmaya, geçirilmiş ameliyatlara bağlıda olabilir. Paraçekal herniler internal herniasyona sonucu oluşan intestinal tıkanıklarının %2'sini oluşturmaktadır. Paraçekal herniler asemptomatik olabileceği gibi bağırsak tıkanıklığı semptomlarıda gösterebilir. Radyolojik tanısı güç olup tanı genellikle bağırsak tıkanıklıkları için yapılan laparotomiler sırasında konur. İnternal hernilerde morbidite ve mortaliteyi azaltmak için klinik şüphe varlığında erken acil cerrahi uygulanmalıdır. BT görüntülemenin paraçekal hernilerde diğer intestinal hernilerden farklılık gösterdiği göz önünde bulundurulmalıdır. Tedavide erken laparatomi kararı hayat kurtarıcıdır. Bu makalede 78 erkek hastada, inkarsere periçekal internal herniasyon olgusu sunularak, bu hastalığın radyolojik bulguları, klinik özellikleri ve cerrahi tedavisi değerlendirildi.

Anahtar Kelimeler: Paraçekal herni, İnternal herniasyon, İntestinal obstrüksiyon.

1. GİRİŞ

İnternal herniasyon, periton veya mezenterdeki defektler içerisine karın içi organların fıtıklaşması olarak tanımlanır. Bu defektler konjenital olabileceği gibi, travmaya, geçirilmiş ameliyatlara bağlıda olabilir. İntestinal tıkanıklığın nadir bir sebebi olan internal herniasyon, ince barsak tıkanıklıklarının yaklaşık %1-6'sından sorumludur. Karaciğer ve böbrek nakli, obezite cerrahisi gibi operasyonların artması internal herni insidansında artışa yol açmıştır. Paraçekal herniler internal herniasyona sonucu oluşan intestinal tıkanıklarının %2'sini oluşturmaktadır. En sık fıtıklaşan organ ince bağırsaktır. Paraçekal hernilarde tanıda gecikme mortalite ve morbiditeyi artırmaktadır. Paraçekal herniler asemptomatik olabileceği gibi bağırsak tıkanıklığı semptomlarıda gösterebilir. Radyolojik tanısı güç olup tanı genellikle

bağırsak tıkanıklıkları için yapılan laparotomiler sırasında konur. Tanıdaki gecikmeler ölüm oranlarını %20'ye kadar artırır [1-6]. Bu makalede inkarsere periçekal internal herniasyon olgusu sunularak, bu hastalığın radyolojik bulguları, klinik özellikleri ve cerrahi tedavisi değerlendirildi.

2. OLGU

78 yaşında erkek hasta 3 gündür devam eden karın ağrısı, bulantı, kötü kokulu kusma ve bir gündür devam eden gaz gaita çıkaramama şikayetiyle acil servise başvurdu. Fizik muayenede batında distansiyon mevcuttu, tüm kadranlarda defans ve rebaund hassasiyet mevcuttu. Bağırsak sesleri hipoaktifti. Hastanın özgeçmişinde geçirilmiş operasyon öyküsü yoktu. Laboratuvar bulgularında beyaz küre: 2,92 x 10^3 uL, Crp: 172,8 mg/L diğer biyokimyasal ve hematolojik bulgularda anormallik yoktu. Ayakta direkt karın grafisinde ince bağırsağa ait hava-sıvı seviyeleri mevcuttu (Görsel 1). Hastanın tüm abdominal bilgisayarlı tomografisinde: Jejunal anslarda ve proksimal ileal anslarda yaygın ileus ile uyumlu dilatasyonlar izlendi ve sağ alt kadranda ileal ansta ani daralma mevcuttu. Ayrıca sağ alt kadran mezosunda yaklaşık 270 dereceye varan saat yönünde dönüş mevcuttu. İleal anslarda 42mm ye varan dilatasyonlar ve içerisinde hava sıvı seviyelenmeleri izlendi (Görsel 2). Nazogastrik dekompresyonda 4000 ml fekaloid içerikli drenaj olduğu görüldü. Mevcut bulgularla akut karın, ileus tanılarıyla hastaya acil laparotomi kararı alındı. Laparotomi sonrası eksplorasyonda ince barsaklarda dilatasyon ve ödem olduğu, çekum süperio-lateralinden yaklaşık 2 cm lik paraçekal defektten ince barsakların herniye olduğu görüldü (Görsel 3,4). Terminal ileuma 50cm mesafede 30 cm lik ince barsak segmenti bu defekt içerisinden redükte edildi ve bu segmentte strongülasyona bağlı nekroz olduğu görüldü. Nekroze barsak segmenti rezeke edilerek ince barsaklar yan yana anastomoz yapıldı. Paraçekal bölgedeki defekt onarıldı, ek patoloji görülmedi ve ameliyat sonlandırıldı. Hasta operasyon sonrası 6. günde şifa ile taburcu edildi.

3. TARTIŞMA

İnternal herni karın içi organların, periton veya pelvis kaidesindeki çöküntüler, açıklıklar yada doğuştan gelen zayıflıklardan fıtıklaşması şeklinde tariflenmiştir [7-9]. Peritoneal veya mezenterik defektler doğuştan olabileceği gibi travma, geçirilmiş cerrahi veye enfeksiyona bağlı olabilir. İnternal herniler omental, transmezenterik, intersigmoidal, paraduodenal, transmezokolik ve, , periçekal olmak üzere yerleşimine göre beş kategoriye ayrılır [10, 11]. Periçekal hernilerin oluşumunda superior ileoçekal reses, inferior ileoçekal reses, retroçekal reses ve parakolik sulkus olmak üzere dört alan tanımlanmıştır [9, 12, 13]. Bizim olgumuz periçekal herni olup, internal herniasyon parakolik sulkusta yeralan orifis kaynaklıdır.

İnternal herniasyonda tekrarlayan karın ağrısı, bulantı, kusma gibi parsiyel intestinal obstrüksiyon bulguları görülebileceği gibi, ateş, genel durum bozukluğununda eşlik ettiği septik bulgularda görülebilir[11]. Semptomların şiddeti, intestinal obstrüksiyon varlığına, herniasyonun inkarsere veya strangüle olma durumuna göre değişmektedir[14]. Bazı paraçekal herniasyon olgularında strangulasyon, nekroz ve perforasyon sonucunda ölümlerin görüldüğü bildirilmektedir[15]. Periçekal hernilerde obstrüksiyon ve strangülasyon diğer internal hernilere göre daha fazla görülmekte ve yüksek mortalite oranlarına ulaşabilmektedir[16]. Bizim

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

olgumuzda ani başlayan şiddetli karın ağrısı ve ileusa sebep olan strongüle paraçekal internal herniasyon olgusudur.

Barsak obstrüksiyonu varlığında bilgisayarlı tomografi tanı koyma ve obstrüksiyona neden olan patolojiiyi göstermede oldukça başarılıdır. İnternal herniasyon tanısındada günümüzde en sık kullanılan yöntem bilgisayarlı tomografidir. Bilgisayarlı tomografi de tıkanma bulgularına ek olarak mezenterik damarlarda genişleme, sıkışma, anormal rotasyonlar ve çekilmeler görülmesi tanıya yardımcıdır[17] . Dilatasyonun distalinde peritoneal defektten herniye, anormal yerleşimli ancak dilate olmayan barsak anslarıda görülebilir[18]. Bizim olgumuzda da BT'de çekumda kitle olmaksızın terminal ileal segmentte dilatasyon ve hava sıvı seviyelenmeleri ile birlikte ileum mezosunda yaklaşık 270 dereceye varan saat yönünde rotasyonun olduğu sıra dışı görünüm izlendi. Bu görünüm periçekal herniyi desteklemektedir.
Laparotomi, internal hernilerin tedavisinde uygulanan genel prosedür olmasına rağmen, son yıllarda laparoskopik cerrahi prosedürleri popüler hale gelmiştir[13]. Nadiren görülse de, internal herniler ileri yaştaki hastalarda mekanik intestinal obstrüksiyonun ayırıcı tanısında akılda tutulmalıdır. Tanı için ilk tercih BT incelemesi olmalı. Tedavideki gecikmeler, sıkışmış segmentin strangülasyonuna neden olabilir.

4. SONUÇ

Sonuç olarak internal hernilerde morbidite ve mortaliteyi azaltmak için klinik şüphe varlığında erken acil cerrahi uygulanmalıdır. BT görüntülemenin paraçekal hernilerde diğer intestinal hernilerden farklılık gösterdiği göz önünde bulundurulmalıdır. Tedavide erken laparatomi kararı hayat kurtarıcıdır.



.

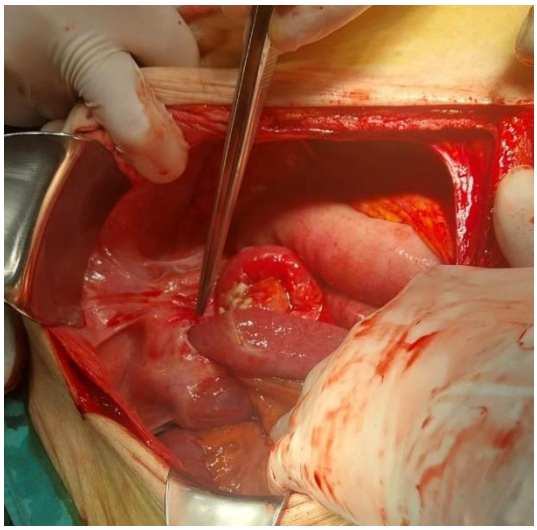
Görsel 1. Ayakta direkt karın grafisinde hava sıvı seviyeleri

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



.

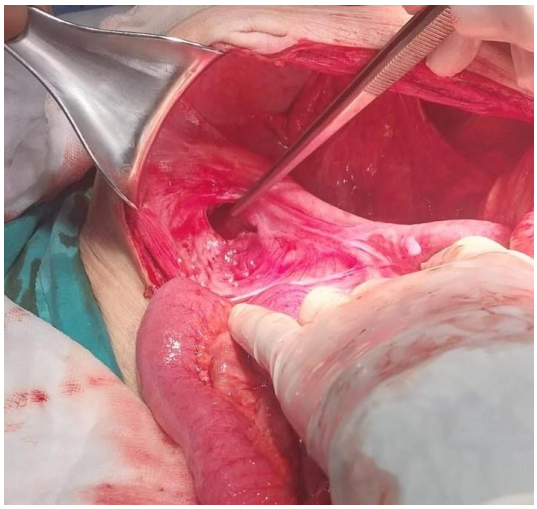
Görsel 2. Tüm abdominal bilgisayarlı tomografide: Jejunal anslarda ve proksimal ileal anslarda hava sıvı seviyesi, sağ alt kadranda ileal ansta ani daralma ve sağ alt kadran mezosunda yaklaşık 270 dereceye varan saat yönünde dönüş görünümü.



.

Görsel 3. Çekum süperio-lateralinden paraçekal defektten ince barsak herniasyonu

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



.

Görsel 3. Çekum süperio-lateralinden paraçekal defekt

KAYNAKÇA

[1] BD N: Congenital and acquired internal hernias: unusual causes of small bowel obstruction. Am J Surg 1986, 152:279-85.
[2] AI R: Paracecal hernia: a cause of intestinal obstruction. Dis Colon Rectum 1986, 29:752-4.
[3] Doishita S, Takeshita T, Uchima Y, Kawasaki M, Shimono T, Yamashita A, Sugimoto M, Ninoi T, Shima H, Miki Y: Internal hernias in the era of multidetector CT: correlation of imaging and surgical findings. Radiographics 2016, 36:88-106.
[4] Choi SH, Han JK, Kim SH, Lee JM, Lee KH, Kim YJ, An SK, Choi BI: Intussusception in adults: from stomach to rectum. American Journal of Roentgenology 2004, 183:691-8.
[5] Selcuk D, Kantarci F, Oğüt G, Korman U: Radiological evaluation of internal abdominal hernias. The Turkish journal of gastroenterology: the official journal of Turkish Society of Gastroenterology 2005, 16:57-64.
[6] Fan H-P, Yang AD, Chang Y-J, Juan C-W, Wu H-P: Clinical spectrum of internal hernia: a surgical emergency. Surgery today 2008, 38:899-904.
[7] Osadchy A, Keidar A, Zissin R: Small bowel obstruction due to a paracecal hernia: computerized tomography diagnosis. Emergency radiology 2005, 11:239-41.
[8] Tekin A, Şahin M, Küçükkartallar T, Kaynak A: Nadir bir ileus nedeni: Paraduodenal herni. 2007.
[9] Uçar NS, Yüksel BC, Yıldız Y, Hengirmen S: Nadir bir intestinal tıkanıklık nedeni: Paraçekal herniasyon. Turkish Journal of Surgery 2007, 23:151-3.
[10] Meyers MA: Dynamic radiology of the abdomen: normal and pathologic anatomy: Springer Science & Business Media, 2006.
[11] Gündüz M, Ufuk F, Aykota MR, Kaya C: Nadir Bir İnce Barsak Obstrüksiyon Nedeni: Paraçekal İnternal Herni. Sakarya Tıp Dergisi 2017, 7:1-.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[12] MEYER A: Die inneren hernien der ileocaecalgegend. Ergeb Chir Orthop 1963, 44:176-204.
[13] Erdemir A, Merkezi A, Kihtir S, Hastane F, Bilgel H, Aydıner Ö: A rare cause of mechanic intestinal obstruction: Primary internal pericecal hernia. CausaPedia, 2014.
[14] Blachar A, Federle MP, Dodson SF: Internal hernia: clinical and imaging findings in 17 patients with emphasis on CT criteria. Radiology 2001, 218:68-74.
[15] Zimmerman LM, Laufman H: Intra-abdominal hernias due to developmental and rotational anomalies. Annals of surgery 1953, 138:82-91.
[16] Saygin H, Kara K, Sari S, Sücüllü I, Sonmez G: Gastrointestinal: A rare cause of small bowel obstruction, paracecal hernia. Journal of Gastroenterology & Hepatology 2015, 30.
[17] Blachar A, Federle MP: Internal hernia: an increasingly common cause of small bowel obstruction. Seminars in Ultrasound, CT and MRI: Elsevier, 2002. pp. 174-83.
[18] Levsky JM, Den EI, DuBrow RA, Wolf EL, Rozenblit AM: CT findings of sigmoid volvulus. American Journal of Roentgenology 2010, 194:136-43.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

NADİR BİR AKUT BATIN NEDENİ: GEZİCİ DALAK(WANDERİNG SPLEEN)

Doç. Dr. FARUK PEHLİVANLI

Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi,

drfapeh@hotmail.com - ORCID ID: 0000-0002-2175-8756

Doç. Dr. OKTAY AYDIN

Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi,

droktayaydin@gmail.com - ORCID ID: 0000-0001-5728-0128

Opr. Dr. İLKER KAPLAN

Ermenek Devlet Hastanesi,

lkrkpln@gmail.com - ORCID ID: 0000-0002-2216-4730

ÖZET

Gezici dalak ektopik dalak olarak da bilinen nadir görülen bir durumdur. Dalağı etraf dokulara bağlayan bağlarının gevşekliği veya eksikliği nedeniyle dalağın normal anatomik pozisyonunda olmamasıdır. Bu tür bir anormalliğin nedeni, doğuştan veya edinilmiş faktörler olabilir. Klinik olarak asemptomatik olabileceği gibi basıya bağlı gastrointestinal semptomlar, infarkt ve torsiyon sonucu akut batına sebep olabilir. Tanı ultrasonografi ve bilgisayarlı tomografi gibi radyolojik görüntülemelerle tesadüfen veya başka bir patoloji araştırırken konulur. Bizim sunduğumuz makalede akut batına neden olan gezici dalağa sahip splenektomi yapılan 30 yaşında bayan hasta sunulmaktadır. Gezici dalak torsiyonunun akut karın sebepleri arasında düşünülmesi gereken nadir bir klinik tablo olduğunu düşünmekteyiz.

Anahtar kelimeler: Gezici dalak, akut batın, splenektomi

1. GİRİŞ

Dalağın sol üst karındaki normal pozisyonunun anatomik varyasyonu, gezici dalak veya ektopik dalak adı verilen nadir bir durumdur. Dalak, karın veya pelviste çeşitli pozisyonlarda bulunabilir ve bu durum, travma, gebelik ve bağ dokusu hastalıkları nedeniyle oluşan dalak bağlarının konjenital malformasyonu, agenezisi veya bağ dokusu gevşekliğinin bir sonucudur. Gezici dalak insidansının %0,2 olduğu ve literatürde 500'den az vakanın bildirildiği tahmin edilmektedir[1,2]. Hormonal faktörler nedeniyle bu durum kadınlarda, özellikle de çok doğum yapmış kadınlarda daha yaygındır. Gezici dalağın klinik belirtileri değişkendir, asemptomatik veya dalak torsiyonuna bağlı akut karınla birlikte olabilir[3].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Semptomatik olgularda tedavi cerrahi olarak yapılabilmektedir. Torsiyone olmuş ve dolaşımı bozulmuş, dalakta infarkt, dalak arter ve veninde trobüs varsa splenektomi tek tedavi seçeneğidir.

2. OLGU

Başka bir merkeze 2 gün önce karın ağrısı, bulantı, kusma, şişkinlik ve kabızlık şikayetleri ile başvuran 30 yaşında kadın hasta şikayetlerinde gerileme olmaması üzerine kliniğimize başvurdu. Hastanın özgeçmiş ve soy geçmişinde herhangi bir özellik yoktu. Yapılan fizik muayenede hastanın vital bulguları normaldi. Karında distansiyon ve bütün kadranlarda hassasiyet mevcuttu. Rutin kan tetkiklerinde; beyaz kan hücresi 27.31/µL, hemoglobin 6,8g/dL ve C-reaktif protein 374 mg/dL idi. Diğer kan tetkikleri, normal değerlerdeydi. Akciğer grafisinde, patolojik bulgu izlenmedi. Radyolojik incelemede, ayakta direkt karın grafisinde dilate barsak segmentleri ve yoğun gaz mevcuttu (Görsel 1). Ultrasonografik incelemede dalak normal konumda olmayıp, sol alt kadranda izlendi. Dinamik Karın Tomografisinde barsaklar dilate olup pelvise uzanan barsaklara yapışık kitle şüphesi görüldü. Dalak inen kolonu baskılamış olup, basının proksimalinde inen kolonda genişleme izlendi (Görsel 2). Hastaya fizik muayene ve radyolojik tetkikler sonucunda ameliyat kararı alındı. Cerrahi eksplorasyonda ince barsak ve kolon mezosuna yapışık kitle görüldü. Kitlenin konjesyone, yüzeyinde renk değişimi gözlenen, pelvik yerleşimli, uzun bir pediküle sahip, asıcı bağları olmayan mobil dalak olduğu görüldü (Görsel 3). Mevcut bulgularla splenektomi uygulandı. Postoperatif herhangi bir komplikasyon olmadan 3. Günde hasta şifa ile taburcu edildi. Takiplerde hastanın karın ağrısı, distansiyon ve kabızlık şikâyetleri gözlenmedi.

3. TARTIŞMA

Gezici dalak, dalak bağlarının artan gevşekliği veya tamamen yokluğu sonucunda dalağın normal anotomik pozisyonunu koruyamamasıyla karakterize bir durumdur. Bunun sonucunda dalak, artan hareketliliğe bağlı olarak intraabdominal veya pelvik bölgelere göç etmeye yatkın hale gelir. İkincil olarak, akson görevi gören ve dönmeye eğilimli olan dalağın vasküler pedikülünün uzaması, dalak parankiminin hipoperfüzyonuna, konjesyona, tromboza ve en sonunda dalak enfarktüsüne ve nekrozuna neden olur. Normalde dalak çevresinde bulunan ve dalağı sabit tutan bağlar; splenogastrik ligament, splenokolik ligament, splenofrenik ligament, splenoomental ligament ve hilus damarlarını saran splenorenal ligamenttir[4]. Bizim hastamızda splenokolik ve splenofrenik ligamentlerin tamamen yokluğunu tespit ettik.

Gezici dalak, konjenital veya sonradan edinilmiş etyolojiler nedeniyle ortaya çıkabilir. Konjenital form, dalağın askı bağlarının oluşmamasını içerir. Askı bağlarının olmaması, dalağın artan hareketliliğinden sorumlu olan uzun dalak pediküllerine neden olur. Ayrıca, hipermobil kolon ve Prune-Belly sendromu, doğuştan gezici dalağın klasik nedenleridir. Gezici dalağın edinilmiş formu, anormal uzun dalak pediküllerinin aynı patolojisine sahiptir. Edinilmiş form, genellikle üreme çağındaki kadınlarda, maternal hormonlar nedeniyle ortaya çıkar. Hem östrojen hem de progesteronun hücrelerdeki relaksin reseptörlerini artırarak dalağın asıcı bağlarında gevşekliğe etki ettiği bildirilmiştir[5,6].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Klinik olarak gezici dalağın semptomları, vasküler geçici torsiyonun neden olduğu kronik, hafif karın rahatsızlığından, dalak enfarktüsü nedeniyle oluşan akut karına kadar değişebilir. Bazı durumlarda asemptomatik seyreden bir karın kitlesi de hastalığın tek belirtisi olabilir. Gezici dalakla ilişkili diğer nadir durumlar, pankreas kuyruğunun lienorenal ligamentle sınırlı olması nedeniyle gastrik volvulus, varis kanaması ve akut pankreatittir[7]. Hastamızda görülen tüm belirti ve bulgular literatürden farklı değildi. Olgumuzda yaygın karın ağrısı, hassasiyet, kusma, distansiyonla birlikte akut karın tablosu mevcuttu.

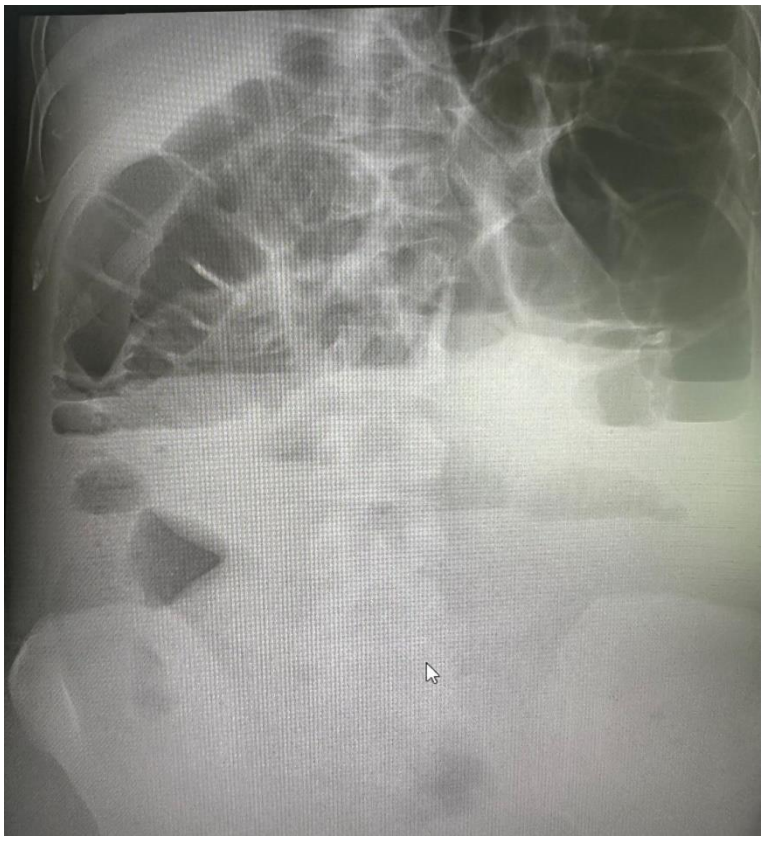
Gezici dalak torsiyone olduğunda klinik durum ve laboratuvar çalışmaları nonspesifik olduğundan, görüntüleme incelemeleri tanının temelini oluşturur. Tanıda direkt grafiler, baryumlu grafiler, sintigrafi, doppler USG, BT ve anjiografi kullanılabilir. Tc-99 ile radyoizotopik çalışma, geleneksel görüntüleme tekniklerine kıyasla kullanılabilirliği sınırlı olmasına rağmen, dalak fonksiyonunu değerlendirmek için oldukça faydalıdır. Verilerin sınırlı kullanılabilirliği nedeniyle, duyarlılık ve özgüllük açısından her bir görüntüleme tekniğinin birbirine üstünlüğü konusunda net bir sonuca varılamamıştır[8]. Radyolojik incelemelerden BT tanıda en sık kullanılan tetkiktir. BT de dalağın normal bulunması gereken sol üst kadran yerine çoğunlukla pelvis ve sol alt kadranda olduğu görülür. Aynı zamanda uzun bir pediküle sahip dalak parankiminin yapısı, büyüklüğü, komşu organlarla ilişkisi, bası sonucu dilate kolon ansı, torsiyonu hakkında bilgi verir ve akut karına yol açan diğer patolojileri de ekarte etmemize yardımcı olur[9]. Bizim olgumuzda da ameliyat kararı akut batın tablosunun yanında BT görüntüleri ile alınmıştır.

Dalağın tamamının çıkarılmasını içeren splenektomi ve dalağın korunmasını içeren splenopeksi, gezici dalak için kullanılan iki cerrahi tedavi yöntemidir. Dalağın çıkarılmasının başlıca tehlikelerinden biri, splenektomi sonrası septisemidir. Bu nedenle, canlı dalağı olan hastalarda, semptomların varlığından bağımsız olarak dalağı korumak için tercih edilen cerrahi prosedür splenopeksidir. Dalakta enfarkt ve vasküler trombozu varlığında torsiyone dalağa splenektomi yapılmalıdır. Gezici dalak torsiyonu tedavisinde laparoskopik teknik de kullanılabilir. Literatürde gezici dalak torsiyonu olgularının laparoskopik teknikle başarıyla tedavi edildiğini bildiren yayınlar mevcuttur[10,11]. Bizim olgumuzda cerrahi eksplorasyonda dalağın torsiyone olduğu ve infark geliştiği gözlenip splenektomi yapılmıştır.

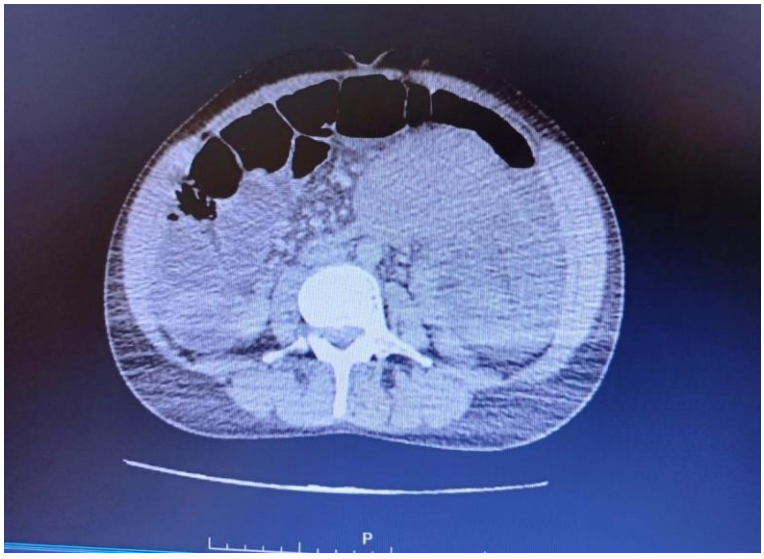
4. SONUÇ

Sonuç olarak gezici dalak klinikte görülen nadir bir durumdur. Akut karın ve ileusun sebepleri arasında düşünülmelidir. Erken tanı konması ve yerinde tedavi ile hastalar splenektomiden korunabilinir. Genellikle çocuk veya genç erişkin hastalarda detorsiyon sonrası dalak viabilitesi geri dönerse splenopeksi düşünülebilir. Fakat torsiyon gelişmiş olgularda iskemi varsa splenektomi uygun tedavi seçeneğidir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 1: Ayakta direkt batın grafise seviyelenmeler



Görsel 2: BT'de pelviste gezici dalak

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 3: Pelvis yerleşimli dalak

KAYNAKLAR

1-Virani P, Farbod A, Niknam S, Akhgari A. Wandering spleen with splenic torsion: Report of two cases. Int J Surg Case Rep. 2021.

2-Satyadas T, Nasir N, Bradpiece HA: Wandering spleen: case report and literature review. J R Coll Surg Edinb. 2002, 47:512-4.

3-Puranik AK, Mehra R, Chauhan S, Pandey R: Wandering spleen: a surgical enigma. Gastroenterol Rep (Oxf). 2017, 5:241-3.

4- Lefor AT, Phillips EH: Spleen. In: Norton JA, Barie PS, Bollinger RR et al. (eds.), Surgery – basic science and clinical evidence. 2nd ed. Germany: Springer, 2008; 1112.

5- Allen KB, Gay BB, Skandalakis JE: Wandering spleen: Anatomic and radiologic considerations. South Med J, 1992; 85: 976–84.

6- Liu, H. T. M., & Lau, K. K. (2007). Wandering spleen: an unusual association with gastric volvulus. American Journal of Roentgenology, 188(4), W328-W330.

7- Koliakos, E., Papazarkadas, X., Sleiman, M. J., Rotas, I., & Christodoulou, M. (2020). Wandering spleen volvulus: a case report and literature review of this diagnostic challenge. The American journal of case reports, 21, e925301-1.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

8-Danacı, M., Belet, Ü., Yalın, T., Polat, V., Nurol, S., & Selçuk, M. B. (2000). Power Doppler sonographic diagnosis of torsion in a wandering spleen. Journal of clinical ultrasound, 28(5), 246-248.

9-Kılbaş, Z., Zeybek, N., Peker, Y., Çelik, E., & Safalı, M. (2010). Gezici dalak ve primer epitelyal kisti: olgu sunumu. Bakırköy Med. J, 6, 84-87.

10-Cripps M, Svahn J. Video Hand-assisted laparoscopy for wandering spleen. Surg Endosc 2011; 25: 312.

11-Koca, B., Çınar, H., Tarım, İ. A., & Güngör, B. B. (2013). Torsion of the wandering spleen: A rare case of acute abdominal causing. Gülhane Tip Dergisi, 55(1), 51.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

JEJUNAL DİVERTİKÜLOZ OBSTRÜKSİYONU: NADİR BİR AKUT KARIN NEDENİ

Doç. Dr. FARUK PEHLİVANLI

Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi,

drfapeh@hotmail.com - ORCID ID: 0000-0002-2175-8756

Doç. Dr. OKTAY AYDIN

Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi,

droktayaydin@gmail.com - ORCID ID: 0000-0001-5728-0128

Opr. Dr. İLKER KAPLAN

Ermenek Devlet Hastanesi,

lkrkpln@gmail.com - ORCID ID: 0000-0002-2216-4730

ÖZET

Jejunal divertikülozis yüsek mortalite ve morbiditeye sebep olabilen tanısı zor konabilen nadir lezyonlardır. Kendine has spesifik klinik belirti ve bulguları olmadığı için tanısı geç konur. Bu nedenle komplikasyon oranı yüksektir. Klinik olarak asemptomatik olmakla birlikte, karın ağrısı, şişkinlik, akut divertikülit, kanama, bağırsak tıkanıklığı ve delinme ile kendini gösterir. Hastalığın gecikmiş tanısı sonucu ortaya çıkan yüksek mortalite ve morbidite oranları göz önünde bulundurulduğunda yüksek derecede şüphe gereklidir. Tercih edilen tedavi, etkilenen jejunal segmentin cerrahi olarak çıkarılmasıdır. Bu olgu sunumunda jejunumda divertikülozis nedeniyle barsak obtrüksiyonu sonucu akut karın gelişen ve opere edilen bir hasta sunuldu.

Anahtar Kelimeler: Jejenum, divertiküloz, intestinal obstrüksiyon

GİRİŞ

İnce bağırsak divertikülozu, değişik klinik durumlarla giden nadir bir hastalık olup, genellikle radyolojik incelemeler sırasında tesadüfen tanısı konulur. Hastalık ilk olarak 1794'te Sommering tarafından ve daha sonra 1809'da Astley Cooper tarafından tanımlanmıştır. Gordinier ve Shil, 1906'da divertikül için ilk operasyonu gerçekleştirmiştir[1,2].

Jejunal divertikül, otopsi serilerinde %0,3 ila %1,3 ve radyografik bulgularda %2,3 arasında değişen bir insidans oranına sahip nadir bir durumdur[3]. Prevalans yaşla birlikte artar ve altıncı

ve yedinci dekatta zirveye ulaşır[4]. İnce bağırsakta divertikülün %75'i proksimal jejunumda, %20'si distal jejunumda ve %15'i ileumda bulunur[5]. Vakaların çoğu klinik olarak asemptomatiktir ve semptomatik hastalarda ishal, kronik karın ağrısı, şişkinlik gibi nonspesifik bulgular görülürken, bazı hastalarda akut divertikülit, kanama, intestinal obstrüksiyon ve perforasyona neden olabilir[6].

Bu makalede jejunal divertilülozun intestinal obstrüksiyona neden olması sonucu akut karın gelişen ve opere edilen bir hasta sunuldu.

OLGU SUNUMU

Acil servise ani başlayan karın ağrısı, distansiyon, bulantı, kusma ve çarpıntı şikayetleri ile başvuran 87 yaşında kadın hastanın fizik muayenesinde yaygın karın hassasiyeti, defans ve rebound mevcuttu. Özgeçmişinde hipertansiyon dışında özellik yoktu. Kan testlerinde WBC: 13.010/ml, CRP: 11 mg/l idi. Ayakta direkt batın grafide barsaklarda yaygın distansiyon ve seviyelenme vardı. Batın BT'de jejunal seviyede tıkanıklığa sebep olan kitle? (bezoar, gastrointestinal stromal tümör, divertikülit?), ayrıca karında jejunal barsak anslarda yaklaşık 13 mm'ye varan asimetrik kalınlık artışı izlenmekte olup bu düzey proksimalindeki barsak anslarında belirgin distansiyon izlendi (Görsel 1).

Hasta akut karın ve intestinal obstrüksiyon bulgularıyla acil olarak laparatotiye alındı. Yapılan eksplorasyonda trietzdan itibaren 90 cm kadar barsak anslarının dilate, ödemli olduğu görüldü. Yine jejenum 90 cm'de yaklaşık 7x8 cm büyüklüğünde jejenumu tıkayan kitle görünümü mevcuttu (Görsel 2). Kitleyi içine alan barsak segmentiyle beraber rezeksiyon yapılıp yan-yana anastomoz yapıldı. Takiplerinde problem olmayan hasta postoperatif 6. günde sorunsuz olarak taburcu edildi. Hatanın patoloji değerlendirmesi divertiküloz olarak raporlandı.

TARTIŞMA

Divertiküler hastalık nispeten yaygın bir rahatsızlıktır ve bağırsak yolu boyunca çok odakta olabilir. En sık kolonu etkiler; ancak diğer bölgeler arasında jejunum, ileum ve duodenum bulunur. Jejuno-ileal divertiküloz ilk olarak 1794 yılında Somerling tarafından tanımlanmıştır[1]. Jejunoileal divertiküller (Meckel divertikülü hariç), bağırsak duvarının kas tabakasından, kan damarlarının bağırsak duvarına nüfuz ettiği anatomik noktalar gibi, intralüminal basınca karşı hafif direnç gösteren yerlerde mukozal ve submukozal herniasyon sonucu oluşan psödodivertiküllerdir[7]. Divertiküller ince bağırsağın diğer kısımlarına göre jejunumda daha sık görülür (%61) ve bu, penetran jejunal arterin çapının daha büyük olmasına bağlı olduğu bildirilir[8]. Divertikolozis etyolojisi belirsizdir; peristalsis, intestinal diskinezi ve yüksek segmental intraluminal basınçlardaki anormallikler sonucu geliştiğine inanılmaktadır[9]. Hipotezlerde, düz kaslardaki veya miyenterik pleksustaki anormalliklere odaklanılmaktadır[10].

Jejunoileal divertiküller genellikle asemptomatiktir ve tesadüfen bulunur. Çoğu hastada kronik karın ağrısı ve şişkinlik hissi vardır. Semptomatik ise, değişen şiddette belirsiz ve kronik karın ağrısı, yemek yedikten sonra şişkinlik hissi ile epigastrik veya periumblikal olarak lokalizedir ve en erken semptom olabilir[10,11]. Demir eksikliğine bağlı anemi ve megaloblastik anemisi sıklıkla bildirilmiştir ve yaygın olarak malabsorpsiyon, steatoreia ve vitamin eksikliğine

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

atfedilmiştir[10]. Malabsorpsiyon, bağırsağın senkronize olmayan peristaltik hareketi, divertikülün genişlemesi, bağırsak içeriğinin durgunluğu ve aşırı bakteriyel aktivite ile alkalı olduğu düşünülebilir[13]. Jejunal divertiküllerde tanı yalnızca divertiküller semptomatik veya komplike olduğunda konur. En sık görülen komplikasyonlar divertikülit, kanama, bağırsak tıkanıklığı ve perforasyondur[14]. Bizim olgumuzda divertiküloz yaygın karın ağrısı, kusma, distansiyon ile obstrüksiyona sebep olarak akut karın ile bulgu vermiştir.

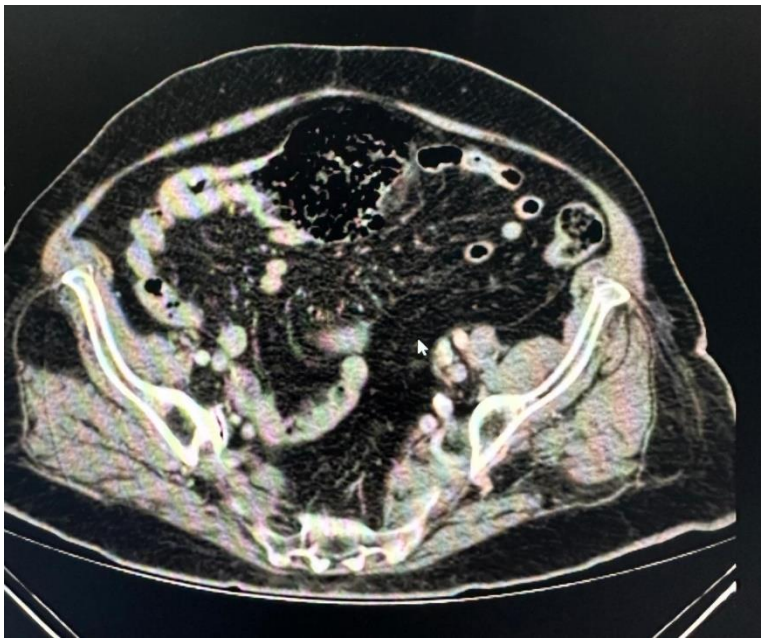
Divertikülozlu semptomatik hastalarda tanısal çalışma, jejunal segmentlerde büyüme ve hava-sıvı seviyelerini gösterebilen düz ayakta karın röntgen filmi ile başlayabilir. İnce bağırsak perforasyonlarında abdominal röntgende her zaman serbest hava tespit edilemeyebilir. Baryumlu intestinal radyografi, jejunum divertikülünde en iyi tanı testlerinden biridir, ancak divertikülit veya perforasyon oluştuğunda kontrendikedir. Bu durumlarda, abdominal bilgisayarlı tomografi tanı için iyi bir seçenektir[15,16,17]. Enteroklizis ve enteroskopi en iyi görüntüleme yöntemidir[16]. Abdominal tomografi, özellikle apse, Crohn hastalığı ve intestinal obstrüksiyon gibi durumlarda ayırıcı tanıda faydalıdır. Kapsül endoskopisi tek veya çift balon enteroskopisinin tanısında yardımcı olsa da, pahalı ve daha az erişilebilir olması nedeniyle tanıda kullanımının sınırlı olduğunu ve bu incelemelerin divertikül komplikasyonları geliştiğinde kontrendike olduğunu vurgulamak gerekir. Bizim olgumuzda tanıda obstrüksiyon nedeniyle bilgisayarlı tomografi yol göstermiş olup divertikülozis laparotomide görülmüştür.

Jejunoileal divertiküloz daha yüksek bir komplikasyon oranıyla ilişkilidir. Bununla birlikte, sıklıkla acil olarak uygulanan jejunal divertiküloz için önerilen tedavi, daha fazla komplikasyondan kaçınmak için perforasyon veya intestinal obstrüksiyon durumunda intestinal rezeksiyon ve uçtan uca anastomozdur[18,19]. Tek bir divertikül varsa wedge eksizyonlu divertikülektomi, semptomatik divertikül veya kanamalı divertikül için en sık kullanılan yöntemdir. Divertikül basitçe çıkarılır ve bağırsak uzunlamasına veya enine kapatılır. Ameliyat edilen jejunoileal divertikülün sonucu genellikle iyidir. Hastaların yaşı, komplikasyonların doğası ve müdahalenin zamanında yapılması mortaliteyi etkileyen faktörlerdir. Hastamızda tanı, laparotomi ile obstrüksiyon sebebi görülerek konuldu. Hastaya segmenter rezeksiyon ve yan-yana anostomoz yapılarak hızlı ve uygun cerrahi girişimle tedavi edildi.

SONUÇ

Jejunal divertikülozlar nadir olarak tespit edilirler, genellikle yaşlı hastaları etkiler ve akut veya kronik abdominal semptomları olan hastalarda ayırıcı tanıda dikkate alınmalıdır. Tanı genellikle komplikasyonlar geliştiğinde konur. Hastalığın gecikmiş tanısı sonucu ortaya çıkan yüksek mortalite ve morbidite oranları göz önünde bulundurulduğunda yüksek derecede şüphe gereklidir. Tercih edilen tedavi, etkilenen jejunal segmentin cerrahi olarak çıkarılmasıdır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 1: Bilgisayarlı tomografide divertiküloz



Görsel 2: Jejunal divertiküloz

KAYNAKLAR

1. Longo WE, Vernava AM: Clinical implications of jejunoileal diverticular disease. Dis Colon Rectum 1992, 35:381-388.

2. Williams R, Davidson DD, Serota AL, Wilson SE: Surgical problems of diverticula of the small bowel. Surg Gynecol Obstet 1981, 152:621-6.

3- Kassahun, W. T., Fangmann, J., Harms, J., Bartels, M., & Hauss, J. (2007). Complicated small-bowel diverticulosis: a case report and review of the literature. *World journal of gastroenterology: WJG*, *13*(15), 2240.

4- Nejmeddine, A., Bassem, A., Mohamed, H., ameur Hazem, B., Ramez, B., & Issam, B. M. (2009). Complicated jejunal diverticulosis: a case report with literature review. *North American Journal of Medical Sciences*, *1*(4), 196.

5- Singal, R., Gupta, S., & Airon, A. (2012). Giant and multiple jejunal diverticula presenting as peritonitis a significant challenging disorder. *Journal of Medicine and Life*, *5*(3), 308.

6- Sarıtaş, A. G., Topal, U., Eray, I. C., Dalcı, K., Akcamı, A. T., & Erdoğan, K. (2019). Jejunal diverticulosis complicated with perforation: a rare acute abdomen etiology. *International journal of surgery case reports*, *63*, 101-103.

7- Huang, A., McWhinnie, D. L., & Sadler, G. P. (2000). An unusual cause of bowel obstruction. *Postgraduate medical journal*, *76*(893), 183-185.

8- Kouraklis, G., Glinavou, A., Mantas, D., Kouskos, E., & Karatzas, G. (2002). Clinical implications of small bowel diverticula. *Sat*, *9*, 23.

9-Krishnamurthy, S., Kelly, M. M., Rohrmann, C. A., & Schuffler, M. D. (1983). Jejunal diverticulosis: a heterogenous disorder caused by a variety of abnormalities of smooth muscle or myenteric plexus. *Gastroenterology*, *85*(3), 538-547.

10- Kassahun, W. T., Fangmann, J., Harms, J., Bartels, M., & Hauss, J. (2007). Complicated small-bowel diverticulosis: a case report and review of the literature. *World journal of gastroenterology: WJG*, *13*(15), 2240.

11- Balducci, G., Dente, M., Cosenza, G., Mercantini, P., & Salvi, P. F. (2008). Multiple giant diverticula of the foregut causing upper gastrointestinal obstruction. *World J Gastroenterol*, *14*(20), 3259-3261.

12- Falidas, E., Vlachos, K., Mathioulakis, S., Archontovasilis, F., & Villias, C. (2011). Multiple giant diverticula of the jejunum causing intestinal obstruction: report of a case and review of the literature. *World Journal of Emergency Surgery*, *6*, 1-9.

13- Singh, V. V., & Toskes, P. P. (2003). Small bowel bacterial overgrowth: presentation, diagnosis, and treatment. *Current gastroenterology reports*, *5*(5), 365-372.

14- Koli, D., Vats, M., & Upreti, H. V. (2020). RETRACTED ARTICLE: Perforated isolated jejunal diverticula: a rare cause of acute abdomen. *Clinical Journal of Gastroenterology*, *13*, 728-731.

15- Chugay, P., Choi, J., & Da Dong, X. (2010). Jejunal diverticular disease complicated by enteroliths: report of two different presentations. *World journal of gastrointestinal surgery*, *2*(1), 26.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

16- Hussain, S. A., Esposito, S. P., & Rubin, M. (2009). Identification of small bowel diverticula with double-balloon enteroscopy following non-diagnostic capsule endoscopy. *Digestive diseases and sciences*, *54*, 2296-2297.

17- Gülaydın, N., Gökçe, A. H., Önalan, H., Enginöz, E., & Özçelik, M. F. Jejunal divertıculosıs perforatıon: A rare cause of acute abdomen. *Atlas Journal of Medicine*, *2*(5), 2-7.

18- Sagar, J., Kumar, V., & Shah, D. (2006). Meckel's diverticulum: a systematic review. *Journal of the Royal Society of Medicine*, *99*(10), 501-505.

19- Kouraklis, G., Glinavou, A., Mantas, D., Kouskos, E., & Karatzas, G. (2002). Clinical implications of small bowel diverticula. *Sat*, *9*, 23.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ISI DEĞİŞTİRİCİLERİNDE NANOAKIŞKAN KULLANIMININ ISIL PERFORMANSA ETKİSİ

Yük. Lisans Öğr. Sevil DUMAN

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,

sevilduman_4477@hotmail.com, -0009-0001-8578-8110

Doç. Dr. Tarkan KOCA

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,

tarkan.koca@inonu.edu.tr, - 0000-0002-6881-4153

ÖZET

Enerji tasarrufu ve verimlilik artışı için, gelişmiş ısı transfer sistemlerinin yüksek ısıl performansa sahip olması gerekmektedir. Bu sistemler, ısı değiştiriciler aracılığıyla gerçekleştirilen ısı transferi işlemiyle çalışmaktadır. Isı değiştiriciler, birçok alanda kullanılmaktadır. Bu alanlara hidroelektrik, termik ve nükleer santraller, kimya endüstrileri, ısıtma, soğutma ve iklimlendirme sistemleri, elektronik cihazlar, taşıtlar, enerji depolama ve alternatif enerji kaynakları örnek olarak verilebilir. Isı değiştiriciler, farklı akışkanlar arasında etkili bir ısı transferi sağlayacak şekilde dizayn edilmiştir. Bu araştırmada, Nanoakışkanların ısı transferindeki potansiyelini anlamak için yapılan birçok çalışmayı inceleyerek nanoakışkanların termal performansı iyileştirilebilir ve termal iletkenlik değerleri artırılabilir olduğu gözlemlenmiştir. Enerji tasarrufu, ısı değiştiricilerde verimli ve etkili bir şekilde artan ısı transferiyle mümkün olur. Artan enerji ihtiyacı ve azalan enerji kaynakları göz önüne alındığında, ısı transferini artırmanın ısı değiştiriciler için ne kadar önemli olduğu aşikardır. Bu nedenle, daha iyi ısı değiştiricilerin geliştirilmesi ve kullanılması, enerji tasarrufu sağlamak ve kaynakları daha etkin bir şekilde kullanmak oldukça önemlidir. Nano partiküllerin küçük boyutu, yüksek yüzey alanı sağlayarak ısı transferini artırır ve akışkanın özelliklerini iyileştirir. Nanoakışkanların kullanımıyla ilgili birçok çalışma yapılmıştır ve bu çalışmalarda çeşitli nanopartiküller (Au, Ag, Cu, Fe), metal oksitler (CuO, SiO2, Al2O3, TiO2, ZnO, Fe3O4), karbürler (SiC, TiC), nitritler (AlN, SiN) ve farklı tipte karbonlar (elmas, grafik, tek/çok duvarlı karbon nanotüpler) kullanılmıştır. Ayrıca, su, etilen glikol ve motor yağı gibi çeşitli akışkanlar

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

da tercih edilmektedir. Bu alanda yapılan çalışmalara göre ısı transferini artıran nanoakışkanların ısıl performansı üzerinde etkili olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Isı Değiştirici, Nanoakışkanlar, Isı Transferi

EFFECT OF NANOFLUIDS USAGE IN HEAT EXCHANGERS ON THERMAL PERFORMANCE

ABSTRACT

In order to save energy and increase efficiency, advanced heat transfer systems need to have high thermal performance. These systems work with the heat transfer process realized through heat exchangers. Heat exchangers are used in many areas. For example; hydroelectric, thermal and nuclear power plants, chemical industries, heating, cooling and air conditioning systems, electronic devices, vehicles, energy storage and alternative energy sources. These heat exchangers are designed to provide effective heat transfer between different fluids. In this research, by reviewing many studies to understand the potential of nanofluids in heat transfer, it has been observed that the thermal performance of nanofluids can be improved and thermal conductivity values can be increased by using nanotubes. Energy savings are possible through efficient and effective increased heat transfer in heat exchangers. Considering the increasing energy demand and diminishing energy resources, it is observed how important it is for heat exchangers to increase heat transfer. Therefore, the development and use of better heat exchangers is a critical step to save energy and utilize resources more effectively. The small size of nanoparticles provides high surface area, which increases heat transfer and improves the properties of the fluid. Many studies have been carried out on the use of nanofluids, and various nanoparticles (Au, Ag, Cu, Fe), metal oxides (CuO, SiO2, Al2O3, TiO2, ZnO, Fe3O4), carbides (SiC, TiC), nitrides (AlN, SiN) and different types of carbons (diamond, graphite, single/multi-walled carbon nanotubes) have been used in these studies. In addition, various fluids such as water, ethylene glycol and motor oil are preferred. The results of the investigations show that the nanofluids are effective on the thermal performance of the thermal performance by enhancing the heat transfer.

Keywords: Heat Exchanger, Nanofluids, Heat Transfer

GİRİŞ

Farklı sıcaklık düzeylerine sahip iki veya daha fazla akışkan arasındaki ısı transferi, mühendislik alanında öne çıkan ve sıklıkla karşılaşılan bir konudur. Bu işlem genellikle ısı değiştirici olarak adlandırılan cihazlar kullanılarak gerçekleştirilir. Isı değiştiriciler, hidroelektrik, termik ve nükleer santraller, kimya endüstrileri, ısıtma, soğutma ve iklimlendirme sistemleri, elektronik cihazlar, taşıtlar, enerji depolama ve alternatif enerji

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

kaynaklarının bulunduğu birçok sektörde önemli bir rol oynar. Bu cihazlar, farklı akışkanlar arasında etkili ısı transferi sağlamak üzere tasarlanmıştır [1].

Artan enerji talebi, ısıl depolama ve ısı transferinde verimliliği artırmak için yüksek ısıl performansa sahip gelişmiş ısı transfer sistemlerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu tür sistemler, enerji verimliliğini artırma, kaynakların daha etkin kullanımını sağlama ve çevresel etkileri azaltma açısından kritik bir öneme sahiptir. İleri teknolojilerin entegrasyonu, daha etkili ısı transferi sağlayan sistemlerin geliştirilmesini destekler ve artan enerji tüketiminin getirdiği sorunların çözümünde önemli bir rol oynamaktadır. Dolayısıyla, yüksek ısıl performansa sahip ısı transfer sistemlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, enerji verimliliğini artırmak ve tasarruf sağlamak için gereklidir [1].

Enerji ve yakıt verimliliğini artırmak amacıyla gerçekleştirilen çeşitli çalışmalar, ısı transferini iyileştirmek için farklı yöntemler içermektedir. Bu yöntemler arasında değişik kanat tasarımları, pürüzlü veya delikli yüzeyler, vorteks jeneratörleri ve çeşitli boru ekleri yer almaktadır. Bu tekniklerin uygulanması, ısı değiştiricilerin boyutunu küçültmeye ve enerji ile yakıt verimliliğini artırmaya yardımcı olmuştur [3].

Yapılan çalışmalarda deneysel bulgular, nanopartiküllerin sıvıya eklenmesinin laminer akış durumunda ortalama ısı transfer katsayısını artırdığını göstermektedir. Ayrıca, nanopartiküllerin yüzey özellikleri, yük ve şekli gibi faktörlerin nanoakışkanların ısı transfer özelliklerini geliştirmede önemli olduğu vurgulanmıştır [4].

Sarafraz ve Hormozinin gerçekleştirdiği araştırmada, yalnızca üç farklı konsantrasyon (%0,5, %1 ve %1,5) incelenmiştir. Sonuçlar, en iyi termal performansın %1 hacimce konsantrasyonda elde edildiğini göstermektedir. Bu bulgu, nano-sıvıların optimum konsantrasyonunun termal performans üzerindeki önemini vurgulamaktadır. Dolayısıyla, nano-sıvıların kullanımı sırasında konsantrasyonun dikkatlice belirlenmesi gereklidir. Araştırmalar, nanotüp konsantrasyonunun ve sıcaklığın termal iletkenlik üzerinde artırıcı bir etkisi olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, çok duvarlı karbon nanotüplerin su içindeki termal iletkenliği artırmadaki potansiyel rolünü vurgulamaktadır. Ayrıca, nanoakışkanların termal performansını iyileştirmek ve termal iletkenlik değerini artırmak için bu tür nanotüplerin kullanılması önemli bir araştırma alanıdır. Termal performans indeksi açısından değerlendirildiğinde, bazı konsantrasyonlarda nano-sıvının viskozitesindeki artışın, termal iletkenlikteki artıştan daha belirleyici olduğu ortaya konmuştur. Bu durum, nano-sıvının soğutma uygulamalarındaki etkinliğini sınırlayabilir; yani viskozitedeki artış, termal iletkenlik artışına göre daha etkili olabilir. Bu bulgular, nano-sıvıların termal performansının değerlendirilmesinde viskozite faktörünün önemini ortaya koymaktadır [5].

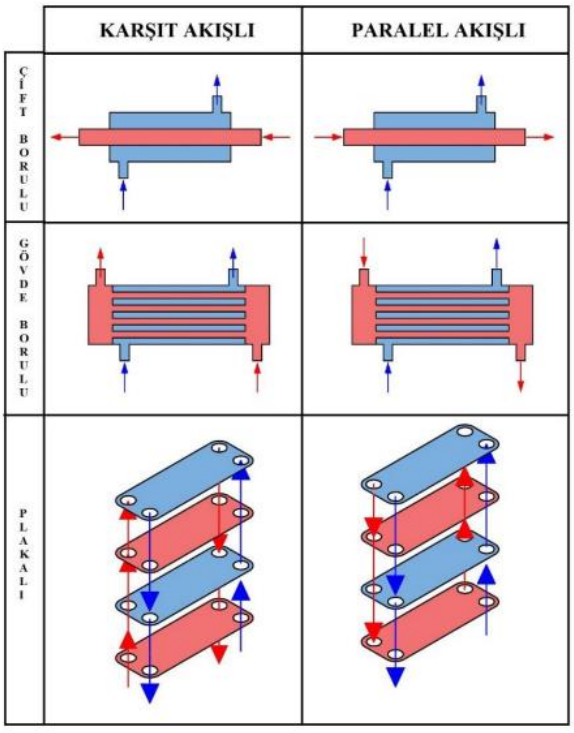
Başka bir çalışmada alümina-etilen glikol ve bakır oksit-etilen glikol nanoakışkanları ise farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış ve ısıl özelliklerinin belirlenmesi amacıyla türbülanslı akışta 45°C, 60°C ve 75°C gibi üç farklı sıcaklıkta çift borulu ve plakalı ısı eşanjörlerinde deneyler gerçekleştirilmiştir. Deneylerde, en büyük artış %49, en küçük artış ise %3 olarak gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, nanoakışkanların ısı transfer performansını etkileyebildiğini ve konsantrasyonun önemli bir faktör olduğunu göstermektedir [6].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ISI DEĞİŞTİRİCİLER

Enerji tasarrufu, ısı değiştiricilerde etkili ısı transferi ile sağlanmaktadır. Artan enerji ihtiyacı ve azalan kaynaklar, ısı transferinin artırılmasının ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, daha gelişmiş ısı değiştiricilerin tasarlanması ve uygulanması, enerji verimliliğini artırmak ve kaynakları daha etkin kullanmak açısından kritik bir adımdır. Isı değiştiricilerin verimliliğinin yükseltilmesi, hem enerji maliyetlerini düşürebilir hem de çevresel etkileri azaltabilir. Bu noktada, ısı transferini geliştirmeye yönelik çalışmalar sürdürülebilir enerji sistemlerinin oluşturulmasında büyük önem taşımaktadır. Boran, Daştan, Şahin ve Aktaş'ın gerçekleştirdiği çalışmada, zıt yönlü akışlı ısı eşanjörlerinde farklı türbülatörlerin kullanılmasıyla sıcak havadan suya geçen ısı miktarları incelenmiştir. Yapılan deneyler, türbülatörlerin ısı transferini önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Türbülatörler, akışkanın akış hızını artırarak ve yüzey alanını genişleterek daha etkili bir ısı transferi sağlamaktadır. Deneyler, türbülatör kullanımının verimliliği artırarak sıcak havadan suya geçen ısı miktarını artırdığını ortaya koymuştur. Araştırmada, boş boru, dar ve geniş türbülatörlerin karşılaştırılması sonucunda dar türbülatörlerin daha fazla ısı transferi sağladığı gözlemlenmiştir. Bu türbülatörler, akışkanın hareketini hızlandırarak ısı transferinde etkinliği artırır. Böylece, türbülatör tasarımının ısı transferi performansı üzerinde önemli bir etkisi olduğu anlaşılmaktadır. Dar türbülatörler, akışkanın yüzey alanıyla etkileşimini artırarak daha verimli bir ısı transferi gerçekleştirebilir. Bu nedenle, ısı eşanjörü tasarımlarında türbülatör seçimi ve boyutlandırması, ısı transferi performansının optimize edilmesi açısından kritik unsurlar olarak öne çıkmaktadır [7].

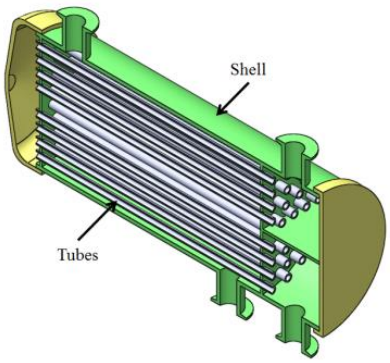
Isı değiştirici tipleri ve bu ısı değiştiricilerin akış yönleri Şekil 1 de verilmiştir [8].



Şekil 1. Isı değiştirici tipleri ve akış yönleri

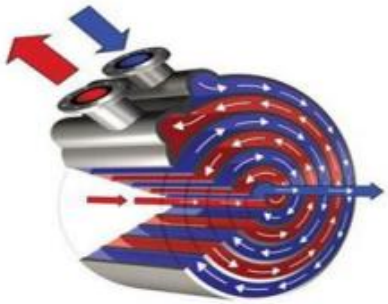
ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Şekil 1 ve Şekil 2' de görünen ısı değiştiriciler, çeşitli boyutlarda borulu kanallardan oluşur ve farklı akış yapılandırmalarına sahiptir. Bu değiştiriciler, ısı transferini optimize etmek ve enerji verimliliğini artırmak amacıyla tasarlanmıştır. Farklı boyut ve yapılandırmalardaki ısı değiştiricileri, çeşitli uygulamalara uyum sağlamak için geliştirilmiştir. Böylece, ısı transferi sistemlerinde verimlilik artırılarak enerji tasarrufu elde edilebilir [9].



Şekil 2. Kabuk ve borulu ısı eşanjörü, yapı konsepti gösterimi

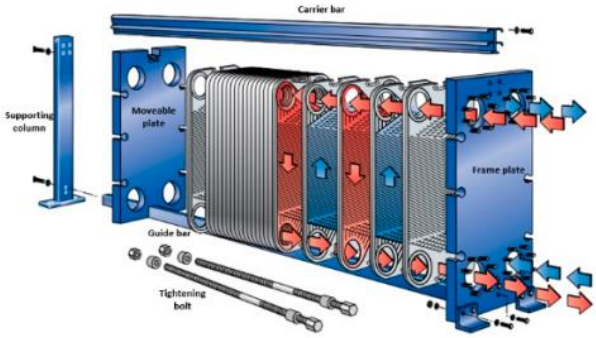
Şekil 3'de verilmiş olan helisel borulu ısı değiştiricileri, spiral şekilde dizilmiş serpantinlerin bir gövde içinde yer aldığı ve genellikle soğutma sistemlerinde kullanılan cihazlardır. Bu tür değiştiriciler, düz borulara kıyasla daha yüksek bir ısı taşıma katsayısına sahiptir.



Şekil 3. Helisel ısı değiştiricilerinin şematik görüntüsü [10].

Şekil 4'de görülen levhalı ısı değiştiricileri, oluklu akış kanallarından oluşan plakalar kullanarak tasarlanmıştır. Bu plakalar, sıcak ve soğuk akışkanların farklı aralıklarda akmasına olanak tanır. Bu yapı sayesinde soğuk akışkan, iki sıcak akışkan akımı arasında yer alarak etkili bir ısı transferi gerçekleştirir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

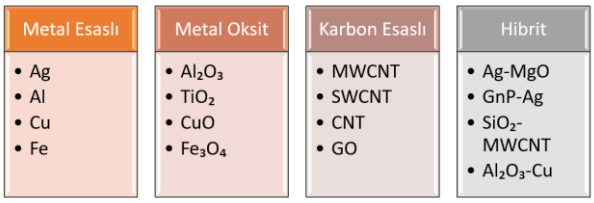


Şekil 4. Conta plakalı ısı eşanjörünün yapısı [11].

NANOAKIŞKANLAR

Nanoakışkan kavramı, 1995 yılında Choi tarafından ortaya atılmış ve bu yenilik, ısı transferi ve ısı değişimi alanında önemli bir gelişme olarak değerlendirilmektedir. Choi'nin araştırmaları, nanoakışkanların özelliklerinden faydalanarak ısı transferini artırmayı amaçlamıştır. Bu buluş, daha etkili ve verimli ısı değiştiricilerin tasarlanmasına zemin hazırlamıştır [12].

Isı transferi konusundaki nanoakışkan uygulamaları üzerine pek çok araştırma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda, altın, gümüş, bakır ve demir gibi saf metaller ile birlikte, bakır oksit, silisyum dioksit, alüminyum oksit, titanyum dioksit, çinko oksit ve demir oksit gibi metal oksitler; silisyum karbür ve titanyum karbür gibi karbürler; alüminyum nitrit ve silisyum nitrit gibi nitritler; ayrıca elmas, grafit ve tek/çok duvarlı karbon nanotüpler gibi çeşitli karbon türleri kullanılmıştır. Temel akışkan olarak ise su, etilen glikol ve motor yağı gibi farklı sıvılar tercih edilmiştir. Bu çalışmalar, nanoakışkanların ısı transferi performansını artırma potansiyelini keşfetmeyi hedeflemektedir [13].



Şekil 5. Nanoakışkanların sınıflandırılması

Nanoakışkan çözeltilerinde yaygın olarak alüminyum, titanyum dioksit, grafen, karbon nanotüpler ve bakır gibi çeşitli malzemeler kullanılır. Bu malzemeler, nanoakışkanların küresel veya silindirik gibi farklı şekillerde olabilmesini sağlamakta olup uygulama alanlarına göre değişiklik göstermektedir [14].

Nanoakışkanların etkinliği için kullanılan nano partiküllerin boyutunun 100 nm'den küçük olması önerilmektedir. Bu küçük boyut, yüksek yüzey alanı sunarak ısı transferini artırır ve akışkanın genel özelliklerini iyileştirir. Araştırmalar, nanoakışkanların ısıl performansının artırılmasında etkili olduğunu göstermektedir. Ancak, bu iyileşme, temel akışkanın özellikleri, nano malzeme türü, derişimi, çalışma sıcaklığı ve yüzey aktifleştiricinin kullanımı gibi birçok

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

faktöre bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu nedenle, nanoakışkanların performansını artırmak için bu özelliklerin dikkatlice değerlendirilmesi önemlidir [12].

Nanoakışkanların kullanımı, ısı transferini artırma potansiyeli sunar ve geleneksel sıvılara göre birçok avantaj sağlar. Bu akışkanlar, yüksek ısı iletkenliği ve geniş yüzey alanı gibi özelliklere sahiptir. Ayrıca, nano boyutları sayesinde çökelme oranları düşüktür ve mikro kanallarda tıkanma veya aşınma yapmazlar. Bu özellikler, nanoakışkanların ısı transferi etkinliğini artırarak, ısı değiştirme sistemlerinin performansını geliştirmektedir [15].

Nanoakışkanların hazırlanmasında genellikle iki aşamalı yöntemler kullanılır; önce nano partiküller elde edilir, ardından bu partiküllerin akışkan içinde stabil bir şekilde dağılması sağlanır. Bununla birlikte, tek aşamalı yöntemler de bulunmaktadır. Bu yöntemler arasında direkt buharlaşma, VEROS tekniği, lazer ablasyon ve saf kimyasal sentez gibi farklı teknikler yer alır. Bu yöntemler, nanoakışkanların üretimi için çeşitli seçenekler sunmaktadır [16].

Stoke Kanunu'na göre, nanopartikül boyutu küçüldükçe çökelme hızı azalır ve bu durum stabiliteyi artırır. Brownian hareketi ise kritik nanopartikül boyutuna ulaşıldığında sıfır çökelme bekler. Tek aşamalı yöntemle üretilen nanoakışkanlar yüksek stabiliteye sahiptir ve topaklanma riski düşüktür. Öte yandan, iki aşamalı yöntemle elde edilen nanoakışkanlarda, yüksek yüzey enerjisine sahip nanopartiküllerin çökelme riski bulunmaktadır. Nanoakışkanların stabilitesini değerlendirmek için UV-vis spektrometre, zeta potansiyeli, TEM ve SEM gibi çeşitli teknikler kullanılmaktadır [17]. Nanopartiküllerin bir araya gelme ve çökelme eğilimi, viskozitenin düşürülmesi ve bu sorunların çözülmesi için ek araştırmalar gerektirmektedir [18]. Nanoparçacık hacim oranları arttıkça Nusselt sayısı ve basınç düşüşü de artmaktadır. Yüksek nanoparçacık hacim oranları, akışkanın yüzey alanını artırarak ısı transferini geliştirmektedir. Nanoakışkanlar enerji verimliliğini artırmak ve ısı transferi sistemlerinin performansını optimize etmek için önem kazanan bir akışkandır [19].

ISI DEĞİŞTİRİCİLERDE NANOAKIŞKANLARIN KULLANIMI

Nanoparçacıklar genellikle iki temel biçimde, küresel ve silindirik olarak ortaya çıkmaktadır. Nanoakışkanlarda silindirik partiküller kullanıldığında, ısıl iletkenliğin biraz daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum silindirik partiküllerin uzunluk çap oranının küresel olanlardan daha büyük olmasından kaynaklanmaktadır. Nanopartiküllerin hacimsel oranı, nanoakışkan içerisindeki nanopartikül miktarını belirtmekte olup ısıl iletkenliği etkileyen bir parametre olarak öne çıkmaktadır. Yüksek hacimsel orana sahip nanoakışkanlar, daha fazla nanopartikül içerir ve dolayısıyla daha yüksek bir ısıl iletkenliğe sahip olabilirler. Nanoakışkanların ısıl iletkenliği, kullanılan nanopartikülün ısıl iletkenliği ile birlikte nanopartikülün hacimsel oranını da dikkate alarak değerlendirilmelidir. Bu unsurların bir arada incelenmesi, nanoakışkanların ısıl transfer kapasitesi ve performansını belirleyen kritik faktörlerdir [19].

Sıvı sistemlerinde yaygın olarak kullanılan nanopartiküller genellikle metal oksitlerdir; ancak son yıllarda, karbon nanotüpler ve grafen gibi karbon bazlı nanomalzemelerin kullanımı hızla artmaktadır. Bu malzemeler, özellikle ısı değiştirme uygulamalarında nanoakışkan olarak tercih edilmektedir. Olağanüstü ısı iletkenlikleri, bu malzemelerin ısı transferi performanslarının

yoğun bir şekilde araştırılmasının temel sebebidir [20]. Düşük metal nanopartikül konsantrasyonuna sahip hibrit nanoakışkanlar yüksek ısı transferi özellikleri sağlamakta ve yeni bir seçenek sunmaktadır [21].

Hibrit nanoakışkanlar diğer nanoakışkanlara göre daha gelişmiş bir ısıl iletkenlik sergilemektedir. Ayrıca, doğru nanopartikül seçimi kararlılık açısından kritik bir rol oynamaktadır [22].

SONUÇ

Enerji verimliliğini artırmak ve tasarruf sağlamak amacıyla nanoakışkanların kullanımı kritik bir öneme sahiptir. Nano partiküllerin yüzey özellikleri, yükleri ve şekilleri, ısı transfer yeteneklerinin geliştirilmesinde belirleyici rol oynamaktadır. Yapılan araştırmalar, nanotüp konsantrasyonunun ve sıcaklığın termal iletkenlik üzerinde olumlu etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, nano sıvının viskozitesindeki artış, termal iletkenlik üzerinde daha belirgin sonuçlar doğurabilir. Isı değiştiricilerin etkinliğini artırarak enerji maliyetlerini düşürmek ve çevresel etkileri azaltmak temel hedefler arasındadır.

Nanoakışkanların ısı transferini artırdığına dair veriler, nanoparçacık hacim oranlarının ısı transfer performansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle yüksek Reynolds sayısı altında, gliserin bazlı nanoakışkanlar diğer akışkanlara göre daha fazla ısı transferi artışı sağlamaktadır. Ayrıca, yüksek hacimsel orana sahip nanoakışkanlar, daha fazla nanopartikül barındırdıkları için daha yüksek ısıl iletkenlik sunabilirler. Son dönemde, düşük metal nanopartikül konsantrasyonuna sahip hibrit nanoakışkanların kullanımı, yüksek ısı transferi özellikleri sağlayan yeni bir seçenek olarak ön plana çıkmaktadır. Hibrit nanoakışkanlar, diğer türlere göre daha gelişmiş ısıl iletkenlik göstermektedir. Bu bulgular, enerji verimliliğini artırmak ve tasarruf sağlamak için nanoakışkanların önemli bir çözüm sunduğunu göstermektedir. Gelecek araştırmalar, nanoakışkanların ısı transfer performansını daha da geliştirmek ve enerji verimliliğini artırmak için nanopartikül özelliklerinin daha detaylı incelenmesine odaklanmalıdır.

KAYNAKÇA

[1] Varıyenlı, H. İ., Sarı, Y. Magnezyumoksit ile Saf Suyun Plaka Tip Isı Değiştiricideki Isıl Performanslarının Deneysel İncelenmesi. Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2(3), 147-169, 2016.

[2] Adinberg, R., Zvegilsky, D., Epstein, M. Heat Transfer Efficient Thermal Energy Storage for Steam Generation. Energy Conversion and Management, 51(1), 9-15, 2010.

[3] Bergles, A. E. Heat Transfer Enhancement—The Encouragement and Accommodation of High Heat Fluxes. ASME. J. Heat Transfer. February; 119(1), 8–19, 1997.

[4] Chun, B. H., Kang, H. U., Kim, S. H. Effect Of Alumina Nanoparticles In The Fluid On Heat Transfer In Double-Pipe Heat Exchanger System. Korean Journal of Chemical Engineering, 25, 966-971, 2008.

[5] Sarafraz, M. M., Hormozi, F. J. E. T. Heat Transfer, Pressure Drop And Fouling Studies Of Multi-Walled Carbon Nanotube Nano-Fluids Inside A Plate Heat Exchanger. Experimental Thermal and Fluid Science, 72, 1-11, 2016.

[6] Zamzamian, A., Oskouie, S. N., Doosthoseini, A., Joneidi, A., Pazouki, M. Experimental investigation of forced convective heat transfer coefficient in nanofluids of Al2O3/EG and CuO/EG in a double pipe and plate heat exchangers under turbulent flow. Experimental Thermal and Fluid Science, 35(3), 495-502, 2011.

[7] Boran, K., Daştan, F., Şahin, H. M., Aktaş, M. Isı Eşanjörlerinde Isı Transferi İyileştirme Yöntemlerinin Sayısal ve Deneysel Olarak İncelenmesi. Politeknik Dergisi, 17(4), 183-191, 2014.

[8] Akyürek, E. F., Geliş, K., Yoladı, M. Farklı Tip Isı Değiştiriciler için Termodinamik Analiz. Journal of the Institute of Science and Technology, 10(2), 1202-1212, 2020.

[9] Zhang, X., Keramati, H., Arie, M., Singer, F., Tiwari, R. et al. (2018). Recent Developments in High Temperature Heat Exchangers: A Review. Frontiers in Heat and Mass Transfer, 11(1), 1-14, 2018.

[10] Kaçar, E. N., Erbay, L. B. Isı Değiştiricilerin Tasarımına Bir Bakış. Mühendis ve Makina, 54(644), 14-43, 2013.

[11] Xu, K., Qin, K., Wu, H., Smith, R. A New Computer-Aided Optimization-Based Method for the Design of Single Multi-Pass Plate Heat Exchangers. Processes, 10(4), 767, 2022.

[12] Hussein, A. K., Li, D., Kolsi, L., Kata, S., Sahoo, B. A Review of Nano Fluid Role to Improve the Performance of the Heat Pipe Solar Collectors. Energy Procedia, 109, 417-424, 2017.

[13] Liu, Z. H., Li, Y. Y. A New Frontier of Nanofluid Research–Application of Nanofluids in Heat Pipes. International Journal of Heat and Mass Transfer, 55(23-24), 6786-6797, 2012.

[14] Leong, K. Y., Ong, H. C., Amer, N. H., Norazrina, M. J., Risby, M. S., Ahmad, K. K. An Overview on Current Application of Nanofluids in Solar Thermal Collector and Its Challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 53, 1092-1105, 2016.

[15] Fan, F., Qi, C., Tang, J., Liu, Q., Wang, X., Yan, Y. A Novel Thermal Efficiency Analysis on the Thermo-Hydraulic Performance of Nanofluids in an Improved Heat Exchange System under Adjustable Magnetic Field. Applied Thermal Engineering, 179, 2020.

[16] Devendiran, D. K., Amirtham, V. A. A Review on Preparation, Characterization, Properties and Applications of Nanofluids. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 60, 21-40, 2016.

[17] Javadi, F. S., Saidur, R., Kamalisarvestani, M. Investigating Performance Improvement of Solar Collectors by Using Nanofluids. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 28, 232-245, 2013.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[18] Muhammad, M. J., Muhammad, I. A., Sidik, N. A. C., Yazid, M. N. A. W. M. Thermal Performance Enhancement of Flat-Plate And Evacuated Tube Solar Collectors Using Nanofluid: A Review. International Communications in Heat and Mass Transfer, 76, 6-15, 2016.

[19] Abed, A. M., Sopian, K., Mohammed, H. A., Alghoul, M. A., Ruslan, M. H., Mat, S., Al-Shamani, A. N. Enhance Heat Transfer in The Channel With V-Shaped Wavy Lower Plate Using Liquid Nanofluids. Case Studies in Thermal Engineering, 5, 13-23, 2015.

[20] Murshed, S. S., De Castro, C. N. Superior Thermal Features of Carbon Nanotubes-Based Nanofluids–A Review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 37, 155-167, 2014.

[21] Nimmagadda, R., Venkatasubbaiah, K. Conjugate Heat Transfer Analysis of Micro-Channel Using Novel Hybrid Nanofluids (Al2O3+ Ag/Water). European Journal of Mechanics-B/Fluids, 52, 19-27, 2015.

[22] Das, S. K., Putra, N., Roetzel, W. Pool Boiling Characteristics of Nano-Fluids. International Journal Of Heat And Mass Transfer, 46(5), 851-862, 2003.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ISI DEĞİŞTİRİCİLERİNDE ÇALIŞMA AKIŞKANI OLARAK Al_2O_3 -SU NANOAKIŞKANI KULLANAN ÇALIŞMALARIN ANALİZİ

Yük. Lisans Öğr. Sevil DUMAN

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,

sevilduman_4477@hotmail.com, - 0009-0001-8578-8110

Doç. Dr. Tarkan KOCA

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,

tarkan.koca@inonu.edu.tr, - 0000-0002-6881-4153

ÖZET

Bu çalışmada, Al_2O_3 nanoakışkanları hakkında genel bilgiler sunulmuş ve bu nanoakışkanların ısı değiştiricilerindeki kullanımı incelenmiştir. Malzeme bilimindeki ilerlemelere paralel olarak, nano boyutta partiküllerin üretimi hız kazanmış olup günümüzde bu nanopartiküller üzerinde birçok çalışma yapılmaktadır. Nano partiküllerin en önemli özelliği, boyutlarının 100 nanometreden küçük olmasıdır. Bu parçacıklar, hacimsel yapıdaki malzemelere göre daha üstün özellikler sunmaktadır. Isı iletim katsayısı yüksek olan nanopartiküller, geleneksel akışkanlara belirli oranlarda eklenerek nanoakışkanlar oluşturulmuştur. Nanoakışkanlar, nanometrik boyuttaki (1-100 nm) katı partiküllerin baz akışkana karıştırılmasıyla elde edilen ve temel akışkanın ısıl iletkenliğinden daha yüksek ısıl iletkenliğe sahip olan akışkanlar olarak tanımlanır. Nanoakışkan oluşturmanın amacı, daha yüksek ısı iletkenliği sunan yeni bir akışkan elde etmektir. Bu nanoakışkanlar, endüstrinin birçok alanında kullanılmaktadır. Bu alanlar arasında güneş enerjisi uygulamaları, savunma sanayisi, uzay araçları, soğutma uygulamaları, talaşlı imalat sırasında soğutma sıvısı kullanımı ve mikro cihazlar için soğutma sıvısı yer almaktadır. Yapılan Literatür taraması, Al_2O_3 nanoakışkanının plakalı ısı değiştiriciler, düz yatay borular, çift borulu zıt akış sistemleri, çift borulu yatay akışlar ve araç radyatörleri gibi ısı değiştiricilerinde kullanıldığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nanoakışkan, Al2O3, Isı transferi.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ANALYSIS OF STUDIES USING Al2O3 -WATER NANOFLUID AS WORKING FLUID IN HEAT EXCHANGERS

ABSTRACT

This study presents general information about Al_2O_3 nanofluids and examines their use in heat exchangers. Alongside advancements in materials science, the production of nanoparticles at the nanoscale has accelerated, leading to numerous studies on these nanoparticles today. The most significant characteristic of nanoparticles is that their sizes are smaller than 100 nanometers. These particles offer superior properties compared to bulk materials. Nanoparticles with high thermal conductivity have been added to conventional fluids in specific ratios to create nanofluids. Nanofluids are defined as fluids obtained by dispersing solid particles in the nanometric size range (1-100 nm) into a base fluid, resulting in a fluid with higher thermal conductivity than the base fluid. The goal of creating nanofluids is to obtain a new fluid that offers higher thermal conductivity. These nanofluids are utilized in various industries, including solar energy applications, defense industry, space vehicles, cooling applications, coolant use in machining, and cooling fluids for micro devices. A literature review reveals that Al_2O_3nanofluids have been used in various heat exchangers. These studies have been conducted in different applications, such as plate heat exchangers, horizontal straight tubes, counterflow double-tube systems, horizontal double-tube flows, and vehicle radiators.

Keywords: Nanofluid, Al_2O_3, Heat transfer.

GİRİŞ

Modern teknoloji, nanometre boyutlarında ultra ince metalik veya metalik olmayan parçacıkların üretimini mümkün kılmakta ve bu durum, ısı transferi iyileştirme yöntemlerinde devrim yaratmaktadır. Günümüzde birçok endüstride ısı transferi kritik bir öneme sahiptir. Özellikle ısı kontrolü, birçok makine ve ekipmanın tasarımında önemli bir sorun teşkil etmektedir. Bu sorunlara çözüm bulmak, ısı değişim cihazlarının verimliliğini artırarak enerji maliyetlerini düşürmeyi ve minimum malzeme tüketimiyle maksimum kompaktlık sağlamayı mümkün kılmaktadır. Küçük parçacık boyutları ve düşük hacimleri, tıkanma ve basınç düşüşü gibi sorunları önemsiz hale getirirken, nanopartiküllerin geniş yüzey alanı, kararlılığı artırmakta olup ve tortulaşmayı azaltmaktadır. Akışkanın ısı transfer oranını artırmanın yenilikçi yollarından biri, temel akışkanda metal oksit parçacıklarının saçılmasıdır. Metaller ve metal

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

oksitler, temel akışkana kıyasla termal iletkenlikte üstündür. Isı transferi, bu parçacıkların yüzeyinde gerçekleştiğinden, süspansiyondaki parçacık boyutunun küçülmesi ile ısı transferi verimliliğinde belirgin bir artış sağlanması beklenmektedir.

Endüstriyel uygulamalarda verimli termal yönetim talebinin artması, gelişmiş ısı transfer sıvılarına yönelik araştırmaları teşvik etmiştir. Nanoakışkanlar, nanopartiküllerin geleneksel sıvılara eklenmesiyle tasarlanmakta olup ısı transfer performansını artırma potansiyeli göstermektedir. Nanoakışkanlar baz sıvıdaki metalik veya metalik olmayan nanotozların süspansiyonlarıdır ve çeşitli uygulamalarda ısı transfer oranını artırmak için kullanılmaktadrar Bu alanda en yaygın olarak incelenen nanopartiküllerden biri, yüksek termal iletkenliği ve kararlılığı ile dikkat çeken alüminyum oksit (Al_2O_3) nanopartikülleridir.

Literatürde yer alan çalışmalar, Al_2O_3 nanopartiküllerinin baz sıvının termal iletkenliğini artırdığını göstermektedir. Ancak, daha yüksek nanopartikül konsantrasyonları viskoziteyi artırarak pompalama gücü ve akış özellikleri üzerinde olumsuz etki yapabilmektedir. Ultrasonikasyon ve yüzey aktif maddelerin kullanımı, Al_2O_3 nanoakışkanlarının kararlılığını korumak için kritik öneme sahiptir.

YAPILAN ÇALIŞMALAR

Nanoakışkanlar, nanopartiküllerin geleneksel sıvılara eklenmesiyle geliştirilmiş ve ısı transfer performansını artırmak için kullanılmaktadırlar. Bu nanoakışkanlar, metalik veya metalik olmayan nanotozların baz sıvıdaki süspansiyonlarıdır ve farklı uygulamalarda ısı transfer oranını artırmak için etkili bir şekilde kullanılabilirler. Bu bölümde Al_2O_3 nano akışkanının kullanıldığı çalışmaların bazıları dikkate alınmış ve irdelenmiştir.

Heris ve arkadaşları [1], dairesel bir tüp içinde farklı oranlarda süspanse edilen Al_2O_3'ün, saf suyla karşılaştırıldığı deneylerinde, ısı transferinin nanopartiküllerin varlığı sayesinde arttığını tespit etmişlerdir. Nanoakışkanlardaki ısı transferi artışının sadece ısıl iletkenlik artışına bağlı olmadığı sonucuna varmışlardır. Nanopartiküllerin dispersiyonu, Brown hareketi ve partikül göçü gibi diğer faktörler de ısı transferindeki artışta önemli rol oynamaktadır. Özellikle yüksek Peclet sayılarında, partikül dalgalanmaları ve etkileşimlerinin akış yapısını değiştirebileceği ve böylece ısı transferinin artmasına katkıda bulunabileceği sonucuna varmışlardır.

Kwon ve arkadaşları [2], yapılan çalışmada, plakalı ısı değiştiricisinde Al_2O_3 nanoakışkanının ısıl performansı ve basınç düşümü incelenmiştir. Aynı Re sayılarında, toplam ısı transfer katsayısının suyla karşılaştırıldığında, hacimce %6 Al_2O_3 konsantrasyonunda %30'a kadar yükseldiği gözlemlenmiştir.

Pandey ve arkadaşları [3], yapılan çalışmada, hacimce %2,3 ve %4 oranında Al_2O_3 kullanılarak hazırlanan nanoakışkanların plakalı ısı değiştiricide ısı transferi, sürtünme kayıpları ve ekserji kaybı üzerindeki etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, Reynolds ve Peclet sayısının artmasıyla birlikte nanoakışkan konsantrasyonunun azalmasının ısı transfer özelliklerini iyileştirdiğini göstermiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Sonawane ve arkadaşları [4], bir borulu ısı değiştiricisinde, farklı parçacık konsantrasyonlarına sahip alüminyum oksit/su (Al_2O_3/su) nanoakışkan çözeltilerinin ısı transfer davranışları analiz edilmiştir. Deneysel sonuçlar, artan nanoparçacık konsantrasyonunun özellikle yüksek Reynolds (Re) sayılarında ısı transferinde iyileşmelere yol açtığını göstermektedir.

Darzi ve arkadaşları [5], yapılan deneysel çalışmada, su- Al_2O_3 ile hazırlanan nanoakışkanın çift borulu bir ısı değiştiricisindeki ısıl performansı, basınç düşümü ve termal performansı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Deney sonuçları, nano parçacıkların eklenmesinin ısı değiştiricisinde ısıl performansı artırdığını, ancak etkileyecek kadar belirgin bir basınç düşümünün meydana gelmediğini göstermiştir.

Takabi ve arkadaşları [6], homojen olarak ısıtılmış saf su ile Al_2O_3-su nanoakışkanları ve Al_2O_3-Cu/su hibrid nanoakışkanlarının, gelişmiş, türbülanslı ve zorlanmış akış koşullarındaki performansları sayısal olarak incelenmiştir. İnceleme sonuçları, hibrid nanoakışkanın saf su ve Al_2O_3-su nanoakışkana göre ısı transferinde daha iyi performans sergilediğini, ancak sürtünme faktörü açısından olumsuz etkiler yarattığını ve basınç düşümüne neden olduğunu göstermiştir.

Vijayakumar ve arkadaşları [7] çalışmalarında Al_2O_3 ve CuO nanoakışkanları kullanarak ısı borusunun ısıl performansını araştırmışlardır. Ayrıca, ısı borusunun eğim açısının termal performans üzerindeki etkisini de incelemişlerdir. Optimum performansın 45° eğim açısı ile elde edildiği belirlenmiştir. Bu bulgulara göre, CuO nanoakışkanı için buharlaşma ve yoğuşma bölgelerinde %32.99, Al_2O_3 nanoakışkanı için ise %24.59 oranında termal performans artışı sağlandığı ifade edilmiştir.

Prasad ve Gupta [8] çalışmalarında farklı konsantrasyonlarda Al_2O_3/su nanoakışkan çözeltisinin termal verimliliği, borulu ısı değiştiricisinde deneysel olarak incelemişlerdir. Araştırma sonuçları, Al_2O_3/su nanoakışkan çözeltisi kullanılarak Nusselt sayısında maksimum %31.28 oranında bir artış elde edilebileceğini göstermektedir.

Bretado de los Rios ve arkadaşları [9] parabolik oluklu doğrusal bir toplayıcıda, Al_2O_3 nanoakışkanının %1 ve %3 hacim konsantrasyonlarındaki termal etkisi incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, nanofluidin verimliliğinin %57,7'ye kadar artırdığı bildirilmiştir.

Ismael Hasan ve arkadaşları [10], farklı konsantrasyonlarda Al_2O_3 içeren su bazlı nanoakışkanlar kullanarak eş merkezli çift borulu bir ısı değiştiricinin performansı deneysel olarak incelenmiştir. Sonuçlar, ısı transfer hızının nanopartikül hacim konsantrasyonunun artmasıyla birlikte yükseldiğini göstermektedir. %0,3'lük bir konsantrasyon için nanofluid (Al_2O_3 – su) için maksimum ısı transfer katsayısında %18,25 'lik bir artış elde edilmiştir. Bu bulgular ışığında, Al2O3–su nanoakışkanının yüksek bir ısı transfer hızına sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Briclot ve arkadaşları [11], basit bir tüpte, laminer ve geçiş koşulları altında Al_2O_3 nanoakışkanının davranışı incelenmiştir. Araştırma, Reynolds sayılarının 500 ile 4500 arasında değişmesine ve %0,75 ila %5 arasında bir ağırlık konsantrasyonuna sahip nanoakışkan kullanılmasına odaklanmıştır. Bulgular, nanoakışkanın geçiş bölgesinde damıtılmış suya kıyasla daha düşük termal performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, nanoakışkan konsantrasyonunun kritik Reynolds sayısı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı bulunmuştur

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Harun ve arkadaşları [12], yapılan çalışmada, %0- %3 arasında değişen ağırlık konsantrasyonlarına sahip Al_2O_3, nanoakışkanının kullanıldığı döngü ısı borusunun performansı, elektronik bileşenlerin yüksek ısı dağılımı için incelenmiştir. Sonuçlar, termal direncin Al_2O_3 için, 3.1465 °C/W olduğunu göstermiştir.

Ghasemi ve arkadaşları [13], elektronik ortamda ısı yayılımı için mini kanallı bir ısı alıcısının dairesel yapısında Al_2O_3 nanoparçacıklarının kullanımı üzerine deneysel bir değerlendirme yapılmıştır. Tüm bileşenler, çeşitli hidrolik kanal çapları ve farklı soğutucu akış hızlarıyla test edilmiştir. Elde edilen veriler üzerine yapılan hidro-termal analiz, kanal çapının azaltılmasının ve Al_2O_3-su akış hızının artırılmasının soğutma performansını iyileştirmede en etkili yaklaşımlar olduğunu göstermiştir.

Jamuna Rani ve arkadaşları [14], çapraz akışlı ısı eşanjöründe, gövde borulu eşanjör, spiral eşanjör ve plakalı eşanjör ile karşılaştırıldığında daha yüksek bir ısı transferi oranı ile daha verimli çalıştığı gözlemlenmiştir. Farklı tipteki ısı eşanjörlerinde ısı transfer hızının artırılmasına yönelik bir yöntem olarak, düz akışkanlar yerine nanoakışkanların kullanılması öne çıkmaktadır.

Loong ve arkadaşları [15], çeşitli metal oksitlerden oluşan nanoakışkanların ısıl performansını değerlendirmişlerdir. Çalışma, ortalama çapı 20 ila 30 nanometre arasında değişen metal oksit parçacıklarına odaklanmıştır. Bulgular, incelenen parçacıklar arasında MgO, CuO ve Al_2O_3'ün sırasıyla en yüksek termal performansı sergilediğini göstermiştir.

Zhang ve arkadaşları [16], türbülanslı rejimde hibrit CuO - Al_2O_3 nanoakışkanını (%1-%3 kütle konsantrasyonu) sayısal ve deneysel olarak araştırmışlardır. Farklı sayısal yöntemleri deneysel sonuçlarla karşılaştırarak, PEC'in (performans etkinliği katsayısı) nanoakışkan konsantrasyonuyla arttığını ve Reynolds sayısıyla azaldığını göstermişlerdir.

Brakna ve arkadaşları [17], çalışmada, farklı hacim konsantrasyonları (0,125 – 0,25 ve %0,5) ve nanopartikül oranları (0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0) altında yağa dayalı MgO-MWCNT ve Al_2O_3-MWCNT hibrit nanoakışkanlarına odaklanan sayısal bir çalışma yürütülmüştür. Bu hibrit nanoakışkanlar, ısı transfer verimliliğini artırmak amacıyla çift borulu ısı değiştiricinin farklı yerlerinde kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, hibrit nanoakışkanların kullanımının tek bir akışkana kıyasla ısı transfer oranını ve genel ısı transfer katsayısını önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Aynı zamanda, ısı transfer oranının akış hızındaki ve nanopartiküllerin hacim konsantrasyonundaki artışla birlikte yükseldiği belirlenmiştir. Özellikle, Al_2O_3-MWCNT hibrit nanofluid/yağ için %0,5 ve %59,5 konsantrasyon kullanıldığında, tahmini maksimum ısı transfer oranında %77,8'lik bir artış elde edilmiştir. Ayrıca, aynı konsantrasyon için MgO-MWCNT hibrit nanofluid/yağ durumunda, genel ısı transfer katsayısı açısından, önceki iki hibrit nanofluid için sırasıyla %76,26 ve %100,82'lik bir artış sağlanmıştır

Sivakumar ve arkadaşları [18], çalışma, ısı transfer oranlarını artırmak amacıyla çeşitli akış koşulları altında Al_2O_3 nanoakışkanlarının performansını araştırmayı hedeflemektedir.. Al_2O_3 nanopartikülleri, hacimce %0,1 ila %1,0 arasında değişen konsantrasyonlarda bir baz akışkan içinde dağıtılmıştır. Al_2O_3 nanopartiküllerinin eklenmesiyle ısı transfer oranlarında önemli bir artış olduğunu göstermiştir. Özellikle, nanopartikül konsantrasyonundaki artış, daha yüksek ısıl

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

iletkenlik ve iyileştirilmiş konvektif ısı transferine yol açmıştır. Ayrıca, 25000 Reynolds sayısında nano akışkan için ısı transfer oranı 1487 W'a, su için ise 966 W'a ulaşmıştır.

SONUÇ

Isı değiştiricilerinde kullanılan nanoakışkanlar tarafından ısı transferindeki artış önemli ölçüde parçacık tipine, parçacık boyutuna, temel akışkana, akış rejimine ve özellikle sınır koşuluna bağlıdır. Al_2O_3/su nanoakışkanın çeşitli kütle akış hızlarında ve farklı konstantrasyonunda ısı değiştiricilerinde kullanılmasıyla ilgili yapılan çalışmalar irdelenmiş ve nano akışkanın ısı transferini artırdığı görülmüştür. Yapılan çalışmalarda su ile karşılaştırıldığında ısı transferinin nano parçacıkların sıcaklık ve hacim konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Bazı çalışmalarda giriş sıcaklığının artırılmasıyla nanoakışkanların ısı transferini artırdığı da bulunmuştur. Al_2O_3/su nanoakışkanın kullanıldığı çalışmalarda ısı transferinin Reynolds sayısının büyüklüğü ile arttığı görülmüş olup ısı transferi hacim konsantrasyonuna bağlı olarakta artmıştır.

KAYNAKÇA

[1] Heris, S. Z., Esfahany, M. N., Etemad, S. G. Experimental Investigation of Convective Heat Transfer of Al_2O_3/Water Nanofluid İn Circular Tube. International Journal of Heat and Fluid Flow,28 (2), 203-210.2007.

[2] Kwon, Y. H. D., Kim, C. G., Li, J. K., Lee, D. S., Hong, J. G., Lee, S. H., Lee, Y. H., Cho, Kim, S. H. Heat Transfer and Pressure Drop Characteristics of Nanofluids in A Plate Heat Exchanger. Journal of Nanoscience and Nanotechnology 11, 5769–5774. 2011.

[3] Pandey, S.D., Nema, V.K. Experimental Analysis of Heat Transfer And Friction Factor of Nanofluid As A Coolant in A Corrugated Plate Heat Exchanger. Experimental Thermal and Fluid Science 38, 248–256, 2012.

[4] Sonawane S. S., Khedkar R. S., Wasewar K. L. Study On Concentric Tube Heat Exchanger Heat Transfer Performance Using Al2O3–Water Based Nanofluids. International Communications in Heat and Mass Transfer, 49, 60-68, 2013.

[5] Darzi A. R., Farhadi M., Sedighi K., Heat Transfer and Flow Characteristics of Al_2O_3–Water Nanofluid in a Double Tube Heat Exchanger. International Communications in Heat and Mass Transfer, 47, 105-112, 2013.

[6] Takabi, B., Hossein, S. Effects of Al_2O_3–Cu/Water Hybrid Nanofuid on Heat Transfer and Flow Characteristics in Turbulent Regime. International Journal of Modern Physics C., 26, 2015.

[7] Vijayakumar, M., Navaneethakrishnan, P., Kumaresan, G. Thermal Characteristics Studies On Sintered Wick Heat Pipe Using CuO and Al_2O_3 Nanofluids. Experimental Thermal and Fluid Science, 79, 25-35. 2016.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[8] Prasad P. D., Gupta A. V. S. S. K. S., Experimental Investigation On Enhancement of Heat Transfer Using Al_2O_3/Water Nanofluid in A U-Tube With Twisted Tape İnserts. International Communications in Heat and Mass Transfer, 75, 154-161, 2016.

[9] M.S. Bretado de los Rios, C.I. Rivera-Solorio, A.J. García-Cuéllar. Thermal Performance of A Parabolic Trough Linear Collector Using Al_2O_3/H_2O Nanofluids, Renew. Energy., 122, 665-673, 2018.

[10] Ismael Hasan, M., Dakhel Salman, M., Enhancement Of Thermal Performance of Double Pipe Heat Exchanger By Using Nanofluid, Journal of Engineering and Sustainable Development, 22, 150-165, 2018.

[11] Briclot A., Henry J.F., Popa, C., Nguyen C.T., Fohanno, S. Experimental Investigation Of The Heat and Fluid Flow of An Al2O3-Water Nanofluid İn The Laminar-Turbulent Transition Region, Int. J. Therm. Sci., 158, 2020.

[12] Harun, M. A. Bin, Gunnasegaran, P. A., Sidik, N. A. C., Beriache, M., & Ghaderian, J. Experimental Investigation and Optimization of Loop Heat Pipe Performance With Nanofluids. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 144(4), 1435-1449.2021.

[13] Ghasemi, S. E., Ranjbar, A. A., Hoseini, M. J., Mohsenian, S. Design Optimization and Experimental İnvestigation of CPU Heat Sink Cooled by Alumina-Water Nanofluid. Journal of Materials Research and Technology, 15, 2276–2286. 2021.

[14] Jamuna Rani, G., Sai Rani, G., Praveen, A. Nano Fluids Effect on Crossflow Heat Exchanger Characteristics - Review. Materials Today: Proceedings, 44, 527–531. 2021.

[15] T.T. Loong, H. Salleh, A. Khalid, H. Koten. Thermal Performance Evaluation for Different Type of Metal Oxide Water Based Nanofluids, Case Stud. Therm. Eng., 27, 2021.

[16] Zhang, L. Lu, T. Wen, C. Dong. Turbulent Heat Transfer and Flow Analysis of Hybrid Al2O3-CuO/Water Nanofluid: An Experiment and CFD Simulation Study, Appl. Therm. Eng., 188, 2021.

[17] Brakna, D. A., Benzenıne, H. Computational Analysis of Hybrid Nanofluid Flow in a Double-Tube Heat Exchanger. A Numerical Study. Journal of Applied and Computational Mechanics, 10(3), 479-487, 2024.

[18] Sivakumar, V., Visagavel, K., Kumaraswamy, J. Performance Study and Analysis of Al_2O_3 Nanofluid under Different Flow Conditions. Interactions, 213, 2024.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

DUVAR TİPİ ELEKTRİKLİ KAZANIN HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ METODU KULLANILARAK ISIL VERİMLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

MEHMET UÇAR
İREA Arge Araştırma Geliştirme A.Ş
mehmetucar42@windowslive.com- 0000-0003-3542-3647
Doç. Dr. OĞUZHAN ERBAŞ
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Müh. Fak. Makine Mühendisliği Bölümü Kütahya
oguzhan.erbas@dpu.edu.tr- 0000-0001-9424-4273
Prof. Dr. RAMAZAN KÖSE
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Müh. Fak. Makine Mühendisliği Bölümü Kütahya
ramazan.kose@dpu.edu.tr- 0000-0001-6041-6591

ÖZET

Elektrikli kombi kazanlar, ısıtma ve sıcak su ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılan kompakt ve verimli cihazlardır. Özellikle küçük evler ve daireler için idealdirler ve kolayca monte edilmektedir. Ayrıca, elektrikli kombi kazanların çalışma prensibi, yakıt olarak doğal gaz veya sıvı yakıtların kullanıldığı geleneksel kazanlara göre daha çevre dostudur. Elektrikli kombi sistemleri, elektriği doğrudan ısıya dönüştürdükleri için enerji kaybını minimize ederler ve bu da daha yüksek bir verimlilik sağlamaktadır.

Bu çalışmada;3 adet 9000 watt'lık rezistans yerleştirilmiş olan bir elektrik kombinin Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Metodu kullanılarak ısıl kapasite analizleri gerçekleştirilmiştir.3 boyutlu olarak gerçekleştirilen sayısal analizde, ağdan bağımsızlık çalışması yapılarak optimum eleman sayısı belirlenmiş olup SST k-ω türbülans modeli kullanılarak farklı referans düzlemleri üzerindeki hız, basınç ve sıcaklık dağılmaları incelenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda sisteme 10 °C de giren suyun 72°C çıktığı ve rezistans üzerinde bazı bölgelerde yüksek sıcaklık noktalarının oluştuğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli kombi, Isı transferi, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

INVESTIGATION OF THE THERMAL EFFICIENCY OF A WALL-MOUNTED ELECTRIC BOILER USING THE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS METHOD

ABSTRACT

Electric combi boilers are compact and efficient devices used to meet heating and hot water needs. They are especially ideal for small houses and apartments and are easily installed. In addition, the operating principle of electric combi boilers is more environmentally friendly than conventional boilers using natural gas or liquid fuels as fuel. Electric combi boiler systems minimize energy loss as they convert electricity directly into heat, resulting in higher efficiency.

In this study; Thermal capacity analyzes were carried out using the Computational Fluid Dynamics Method of an electrical combi boiler with 9000 watt resistors (3 pieces). In the numerical analysis carried out in 3 dimensions, the optimum number of elements was determined by performing a network independence study and different reference planes were used using the SST k-ω turbulence model. Velocity, pressure and temperature distributions on it were examined. As a result of the studies, it was determined that the water entering the system at 10 °C rose to 72 °C and high temperature points occurred in some areas on the resistance.

Keywords: Electrical boiler, Heat Transfer, Computational Fluid Dynamics (CFD)

1.GİRİŞ

Günümüzde enerji tasarrufu, çevre koruma ve sürdürülebilirlik, ısıtma sistemleri tasarımında öncelikli araştırma alanları arasında yer almaktadır. Özellikle bireysel ısıtma sistemlerinde kompakt, enerji verimli ve çevre dostu çözümler geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, elektrikli kombiler hem çevresel etkileri azaltma potansiyeli hem de kullanıcıya ekonomik fayda sağlama özellikleriyle giderek yaygınlaşmaktadır. Duvar tipi elektrikli kombiler, sınırlı alanlarda yüksek verimlilik sağlayarak modern ısıtma sistemlerinin bir parçası haline gelmiştir.

Konut ısıtma sistemlerinde verimliliğinin artırılması, enerji tüketiminin azaltılması, karbon ayak izinin düşürülmesi ve çevresel etkilerin azaltılması konuları, ısıtma sistemlerinin tasarımı ve optimizasyonunda önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir. Bu tür cihazlarda enerji kayıplarının büyük bir kısmı ısı transferi ve akışkan dinamiği süreçlerinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla, bu sistemlerin performansını artırabilmek için iç akışkan hareketi ve ısıl davranışlarının detaylı bir şekilde anlaşılması gerekmektedir. Burada, Hesaplamalı Akışkanlar

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Dinamiği (HAD) metodu, ısı ve akış süreçlerini modellemek için güçlü bir araç olarak kullanılmaktadır. HAD metodu hem akışkanların hareketini hem de sıcaklık dağılımlarını simüle ederek, karmaşık ısıtma sistemlerinde enerji kayıplarının kaynaklarını tespit etme ve bu kayıpları minimize etme imkânı sunmaktadır. Ayrıca, bu yöntem, tasarım süreçlerinde mühendislerin daha etkili kararlar almasına olanak sağlamaktadır. Özellikle duvar tipi elektrikli kombilerde yapılan HAD analizleri, cihazın iç geometrisinin ve çalışma koşullarının ısıl verimlilik üzerindeki etkilerinin derinlemesine incelenmesine olanak tanır.

A. Paniego-Alday ve arkadaşları yapmış olduğu çalışmada, endüstriyel bir Isı Geri Kazanım Buhar Jeneratörü (HRSG) kazanının giriş kanalındaki gaz akış davranışını analiz etmek ve iyileştirmek için Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) modelleme yöntemini kullanmıştır. Çalışma, iki farklı HRSG kazanı üzerinde yapılmıştır: biri eksenel diğeri ise radyal giriş bağlantısına sahiptir. Çalışmada, akış düzgünlüğünü artırmak amacıyla baffle'lar, delikli plakalar ve "Parça Eliminasyonu ve Izgara Arama (PELS)" yöntemi uygulanmıştır. Akış düzgünlüğü, eksenel hızın Kök Ortalama Kare (RMS) değeri kullanılarak değerlendirilmiş ve basınç kaybının bir limit değeri aşmaması gerekliliği belirtilmiştir. PELS yöntemi ve TAD44A65 delikli plakanın kullanımı ile akış düzgünlüğü %40 artırılmıştır. Ayrıca TAD44A65 delikli plaka kullanılarak %43'lük bir iyileşme sağlanmıştır.[1]

A. Abdali ve arkadaşları, dağıtım transformatörlerinin Hotspot Temperature artışına harmoniklerin etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, transformatörlerin manyetik ve termal özelliklerini düzensiz bir şekilde (nonuniform) analiz etmek için Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yöntemini ve optik fiber sensörler (OFS) ile doğrulama testlerini kullanmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda, önerilen 3D CFD tabanlı modelleme, %0.11 hata payıyla OFS ölçümleri ile yüksek doğruluk göstermiştir. Termografi sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, en üst yağ sıcaklığı (TOT) ve alt yağ sıcaklığı (BOT) analizinde sırasıyla %0.65 ve %0.15 hata oranları gözlemlenmiştir. Ek olarak Transformatörün sarımlarında düzensiz kayıpların olduğu, bu kayıpların hem hotspotların konumunu hem de değerini etkilediği belirlenmiştir. [2]

Y.Tominaga , hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) tekniklerinin, yapılaşmış çevrede türbülanslı akış ve dispersiyon problemlerinin çözümünde nasıl uygulandığını ele alan kapsamlı bir derleme çalışması yapmıştır. Çalışma, son 30 yıldaki önemli gelişmeleri ve Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiğinin mühendislik alanındaki başarılarını özetlemiştir. HAD Metodunun çevresel problemlerin analizi ve çözümünde oynadığı kilit rolü ve gelecekteki araştırmalar için yön gösterdiği vurgulanmıştır. Daha iyi doğrulama yöntemleri, standartlaştırılmış kılavuzlar ve LES gibi ileri modelleme tekniklerinin geliştirilmesi gerektiği ifade edilmiştir.[3]
Özcan O. hazırlamış olduğu çalışmada, çelik üretim tesisinin reküperatör sistemi için tasarım kriterleri dikkate alınarak boru dizilim optimizasyonu yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda modelin hesaplamalı akışkanlar dinamiği ile çözümüyle elde edilen değerlere istinaden yakıt tasarruf oranının yaklaşık %24 olduğu görülürken, ticari reküperatör üretici tarafından aynı ısıl şartlara istinaden yapılmış tasarımda ise bu değer %17,84'tür. Ayrıca nümerik olarak hesaplanan reküperatör tasarımının elde edilen ısıl verimliliği (etkenliği) %45,22 iken, modelin hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemi kullanılarak çözümünde elde edilen verim değeri ise %49,4 olduğu görülmüştür. [4]

Bu çalışmada;3 adet 9000 watt'lık rezistans yerleştirilmiş olan bir elektrik kombinin Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Metodu kullanılarak ısıl kapasite analizleri

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

gerçekleştirilmiştir.3 boyutlu olarak gerçekleştirilen sayısal analizde, ağdan bağımsızlık çalışması yapılarak optimum eleman sayısı belirlenmiş olup SST k-ω türbülans modeli kullanılarak farklı referans düzlemleri üzerindeki hız, basınç ve sıcaklık dağılmaları incelenmiştir. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Metodu kullanılarak ısıl kapasite analizleri gerçekleştirilmiştir.3 boyutlu olarak gerçekleştirilen sayısal analizde, ağdan bağımsızlık çalışması yapılarak optimum eleman sayısı belirlenmiş olup SST k-ω türbülans modeli kullanılarak farklı referans düzlemleri üzerindeki hız, basınç ve sıcaklık dağılmaları incelenmiştir.

2.ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Elektrikli Kombiler

Konutların, ısınma ve sıcak su ihtiyacını karşılayan kombilerde yakıt olarak doğalgaz veya LPG kullanılır. Kombiler tek başına kullanılabildikleri gibi birkaç kombi seri şekilde bağlanarak daha fazla enerjinin gerektiği merkezi ısıtma sisteminin uygulandığı yerlerde de kullanılabilir. Böylelikle enerji ihtiyacına paralel olarak çalışan kombi sayısı değişkendir. [5] Elektrikli kombi kazanlar, ısıtma ve sıcak su ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılan kompakt ve verimli cihazlardır. Özellikle küçük evler ve daireler için idealdirler çünkü yer kaplamazlar ve kolayca monte edilirler. Ayrıca, elektrikli kombi kazanların çalışma prensibi, yakıt olarak doğal gaz veya sıvı yakıtların kullanıldığı geleneksel kazanlara göre daha çevre dostudur. Elektrikli kombi sistemleri, elektriği doğrudan ısıya dönüştürdükleri için enerji kaybını minimize ederler ve bu da daha yüksek bir verimlilik sağlar.



Görsel 1.Elektrikli Kombi (İrex A.Ş)

Elektrikli kombiler, evlerde sıcak su ve ısıtma sağlamak için kullanılan kompakt ve verimli cihazlardır. Elektrikli kombilerin çalışma prensibi genel olarak şu adımları içerir:

1.Elektrik Gücü: Elektrikli kombiler, elektrik enerjisini kullanarak çalışırlar. Bu nedenle, bir güç kaynağına (genellikle ev elektriğine) bağlıdırlar.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2.Isı Üretimi: Elektrik enerjisi, kombi içindeki bir rezistans veya ısıtıcı elemanlar tarafından ısıya dönüştürülür. Bu rezistanslar, suyun içinden geçtiği bir boru veya tankın etrafında yer alır.

3.Su Isıtılması: Soğuk su, kombinin içinden geçerken rezistanslar tarafından ısıtılır. Isıtılan su, kombi içindeki bir pompa tarafından dolaştırılır. Bu, sıcak suyun evin farklı noktalarına ulaşmasını sağlar.

4.Isıtma İşlemi: Kombi, aynı zamanda evin ısıtılması için de kullanılabilir. Isıtma sistemi, sıcak suyu evin radyatörlerine veya zemin ısıtma sistemine taşır. Bu sistemler aracılığıyla ısı, evin içine yayılır, böylece odalar ısınır.

5.Kontrol ve Regülasyon: Elektrikli kombiler genellikle bir termostat veya diğer kontrol mekanizmaları aracılığıyla otomatik olarak çalışır. Bu cihazlar, evdeki sıcaklık düzeyini algılar ve kombinin çalışma süresini ve yoğunluğunu buna göre ayarlar. Bu da enerji tasarrufu sağlar ve kullanımı kolaylaştırır.

2.2. Sayısal Analiz Yöntemi ve Teori

Üç boyutlu bir geometrideki sayısal çözüm için; kütle, momentum ve enerji korunumu denklemleri kullanılmakta olup süreklilik denklemi kütlenin korunumu prensibinden elde edilmektedir. Kartezyen koordinatlardaki kütlenin korunumu denklemi için aşağıdaki ifadeler elde edilmektedir. [6]

$$\nabla(\rho\vec{V}) + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0 \tag{2.1}$$

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0 \tag{2.2}$$

Burada, ρ akışkan yoğunluğu, t zamanı ve u, v, z doğrultularına göre akışkan hız bileşenleri ifade edilmektedir. Sürekli akış halinde;

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} = 0 \qquad \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0\right) \tag{2.3}$$

Sayısal modellemede kullanılan momentumun korunumu denklemleri ise sürekli akış şartları göz önüne alındığında Denklem 2.4, 2.5, 2.6'da verilmektedir.[7]

x doğrultusundaki momentum denklemi:

$$\left(u\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + v\frac{\partial(\rho u)}{\partial y} + w\frac{\partial(\rho u)}{\partial z}\right) + \frac{\partial P}{\partial x} = \mu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right) \tag{2.4}$$

y doğrultusundaki momentum denklemi:

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$$\left(u\frac{\partial(\rho v)}{\partial x}+v\frac{\partial(\rho v)}{\partial y}+w\frac{\partial(\rho v)}{\partial z}\right)+\frac{\partial P}{\partial y}=\mu\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial z^2}\right)+\rho g\beta(T-T_1) \quad (2.5)$$

z doğrultusundaki momentum denklemi:

$$\left(u\frac{\partial(\rho w)}{\partial x}+v\frac{\partial(\rho w)}{\partial y}+w\frac{\partial(\rho w)}{\partial z}\right)+\frac{\partial P}{\partial w}=\mu\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 w}{\partial z^2}\right) \quad (2.6)$$

Verilen ifadelerde; P statik basınç, μ moleküler viskozite, g yerçekimi ivmesi, β ısıl genleşme katsayısı, Ti giriş sıcaklığını ve y yönündeki momentum denkleminde bulunan $\rho g\beta(T-T_1)$ ifadesi ise fiziksel olarak kaldırma kuvvetini ifade etmektedir. Enerjinin korunumu, ısı üretimi olmadığı durum dikkate alınıp, basınç ve dış kuvvetler ihmal edildiğinde,

$$\frac{DT}{Dt}=\frac{k}{\rho c_p}\mathrm{div}(\mathrm{grad}T) \quad (2.7)$$

şeklinde ifade edilir. Entalpinin korunumu şartlarında yukarıdaki varsayımları dikkate alarak, basınç ve dış kuvvetler ihmal edilirse bu denklem aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$u\frac{\partial T}{\partial x}+v\frac{\partial T}{\partial y}+w\frac{\partial T}{\partial z}=\frac{k}{\rho c_p}\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 T}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right) \quad (2.8)$$

Sayısal analizlerde kullanılan yöntemler ve kabuller aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

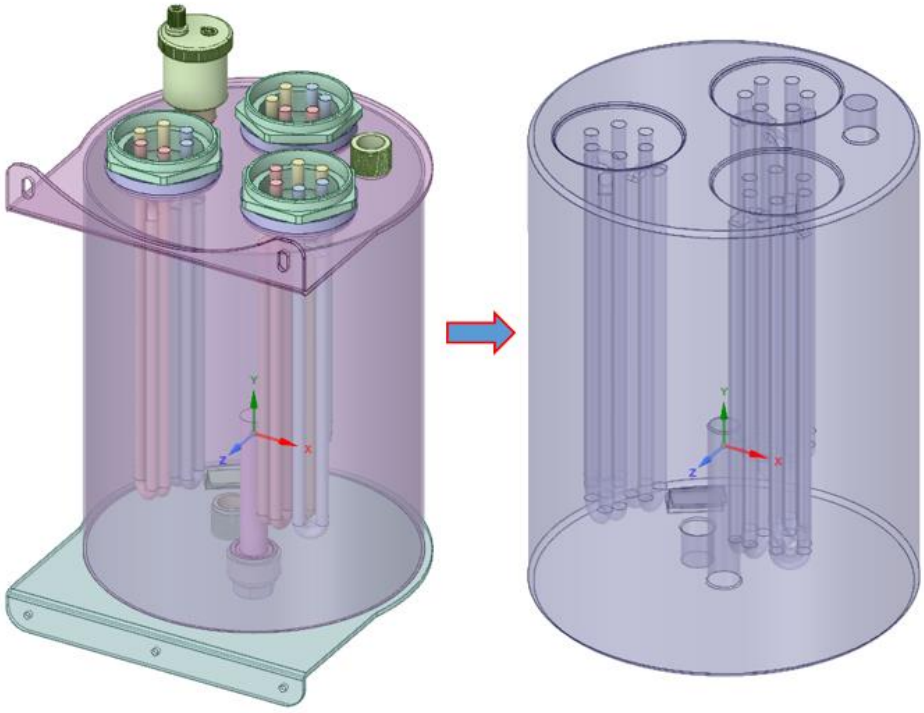
- Yapılan HAD analizlerinde aynı sınır şartları uygulanarak hız, basınç ve sıcaklık dağılımları incelenmiştir.
- Tüm sayısal analizlerde sınır şartları deneylerden elde edilen veriler girdi olarak kullanılmıştır.
- Yapılan analizde sayısal model olarak 3 boyutlu modeller kullanılmıştır.

Çizelge 1'de sayısal analizlere ait simülasyon ayarları gösterilmiştir.

Çizelge 7. Simülasyon Ayarları

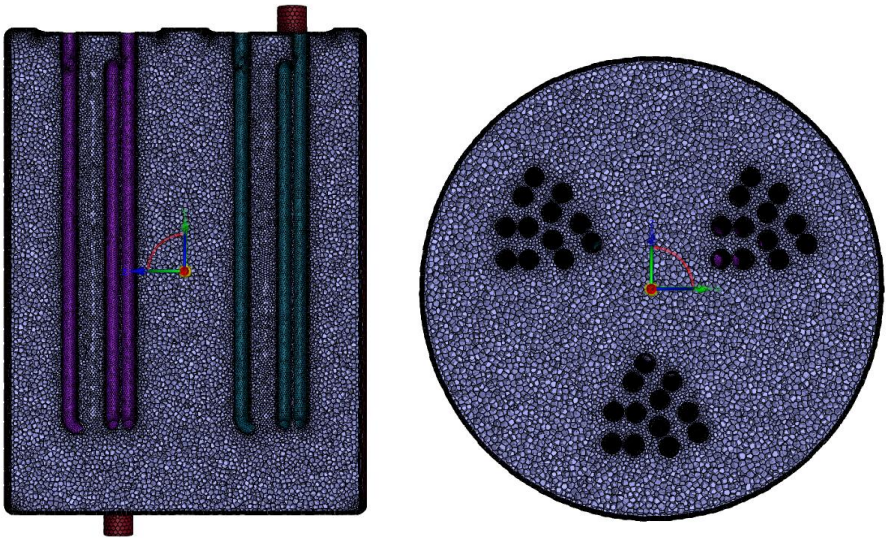
Energy	On
Viscous Model	k- ω (2 eqn)
k-ω model	SST
Near-Wall Treatment	Enhanced Wall Treatment
Options	-Full Buoyancy Effects -Curvature Corrections -Production Limiter
Genaral	-Steady -Gravity

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 2. Elektrikli Kombi a) CAD Model b) Sayısal Model

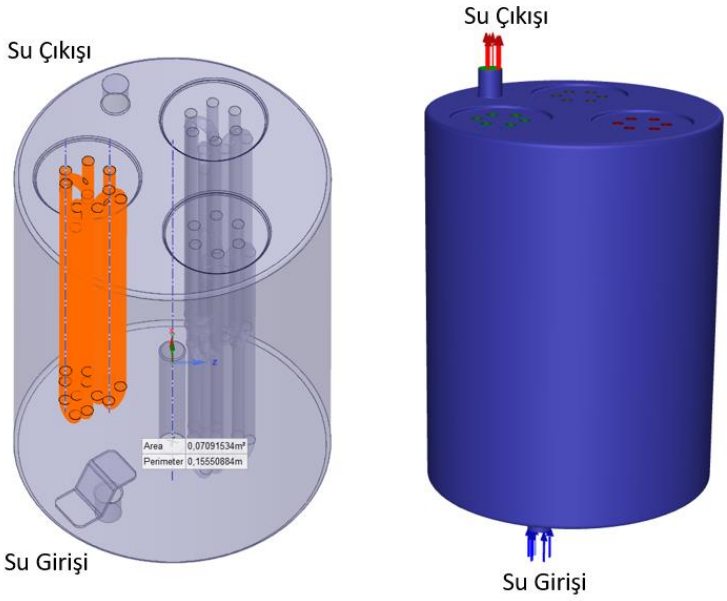
Görsel 2-a'da gösterilen elektrikli kombinin 3 boyutlu CAD tasarımları Solidworks ticari yazılımıyla hazırlanmıştır. Görsel 2-b'de gösterilen sayısal model CAD modeli referans alınarak Ansys 2022 R2 sürümü içerisinde bulunan SpaceClaim tasarım modülü kullanılarak hazırlanmıştır.



Görsel 3. Sayısal Ağ (Mesh) Yapısı

Yapılan çalışma kapsamında CAD model referans alınarak Elektrikli Kombi Su tankının sayısal model hazırlanmış olup 10 milyon eleman sayısı ile analizleri gerçekleştirilmiştir. Görsel-3' te gösterildiği gibi ısı transferinin gerçekleştiği sınır tabakalara (duvar) infilationlar tanımlanmış olup sistemin geri kalan hacimlerine Pollyhedral mesh yapısı oluşturulmuştur.

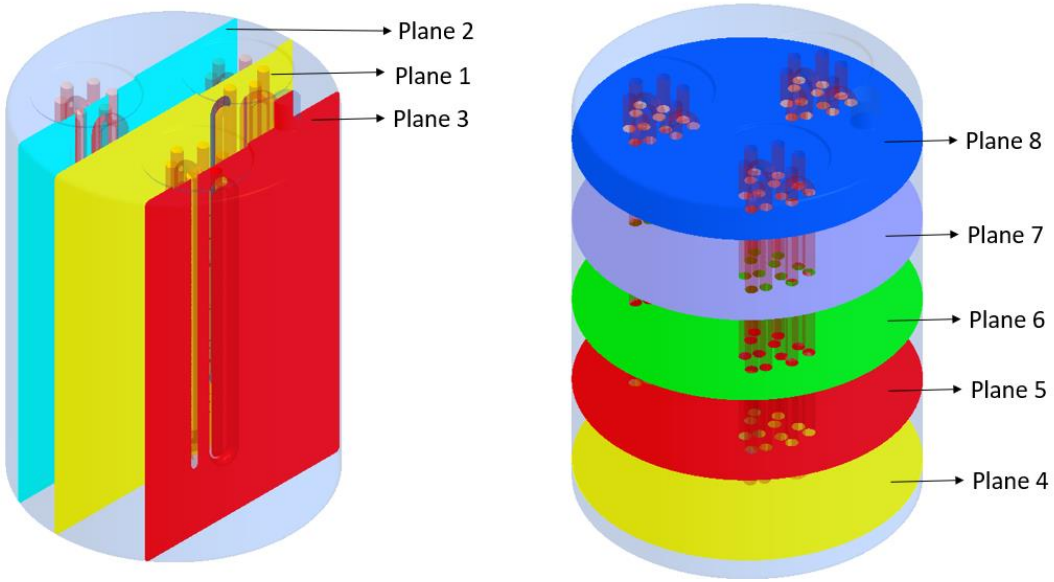
ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 4. Sınır Koşulları

Görsel-4'te gösterildiği gibi 3 adet 9000 watt ısıtma gücüne sahip rezistans sistem içerine yerleştirilmiştir. Su giriş bölümüne türbülatif etkileri artırmak amacıyla yönlendirici eklenmiş olup sistem su giriş sıcaklığı 10 °C ve su giriş debisi 6 lt/dk olarak alınmıştır. Kazan dış gövde sacında yalıtımlar olduğundan dolayı bu bölümlerde ısı kacakları ihmal edilmiş ve adyabatik kabul edilmiştir.

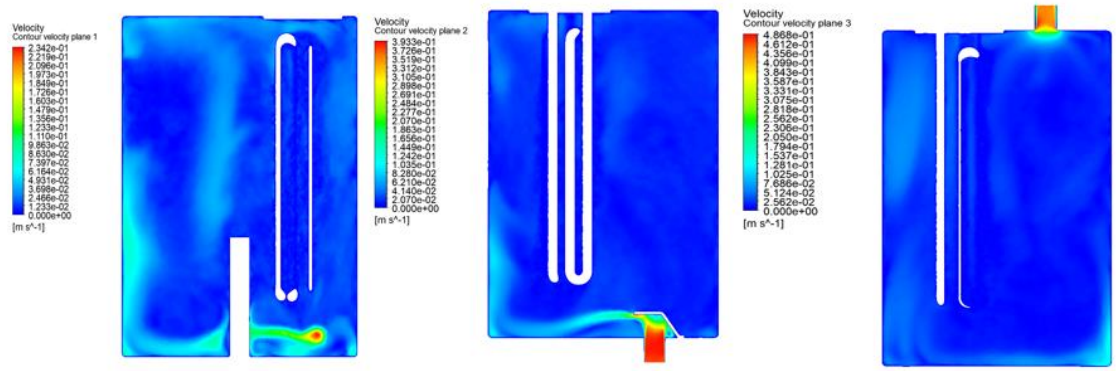
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME



Görsel 5. Referans Düzlemleri

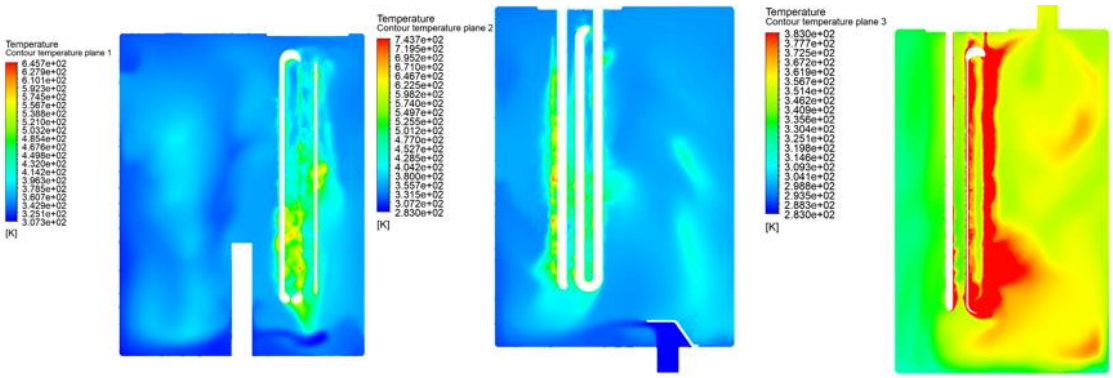
Sistem içerinde hız, basınç ve sıcaklık dağılımlarını detaylı incelemek amacıyla görsel-5'te gösterilen referans düzlemleri oluşturulmuştur.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



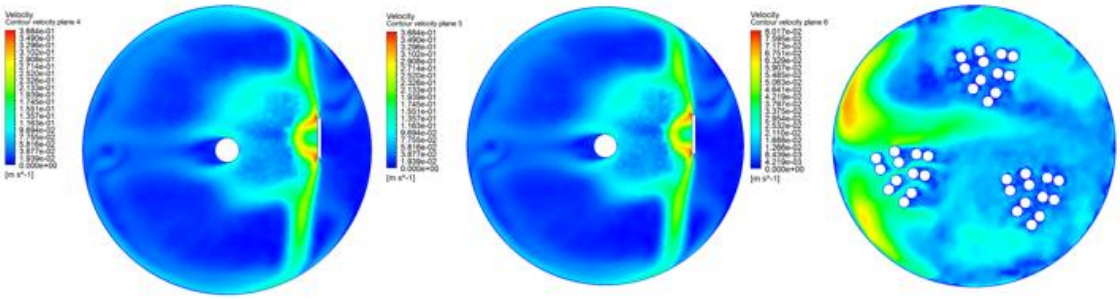
Görsel 6. Hız dağılımı kontur grafikleri a) Düzlem 1 b) Düzlem 2 c) Düzlem 3

Görsel 6'da elektrikli kombi sayısal modeli üzerinden alınan 3 farklı düzlem üzerindeki hız dağılımı kontür grafikleri gösterilmiştir. Suyun sisteme girdiği ve çıktığı bölümlerde hızın yüksek olduğu tespit edilmiş olup özelikle yönlendirme sacının ana gövde ile arasında kalan bölgelerde vortekslerin oluştuğu gözlemlenmiştir.

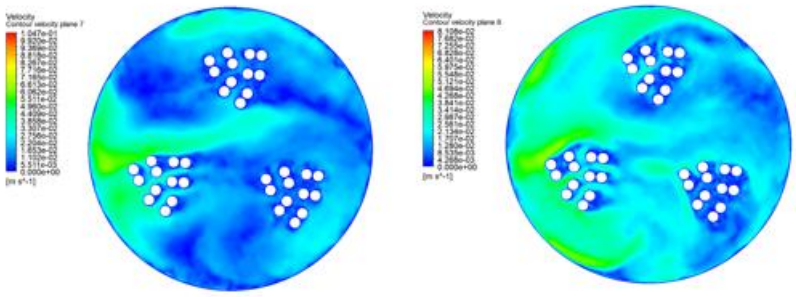


Görsel 7. Sıcaklık dağılımı kontur grafikleri a) Düzlem 1 b) Düzlem 2 c) Düzlem 3

Görsel 7'de 3 farklı düzlem üzerindeki sıcaklık dağılımı kontür grafikleri gösterilmiştir. Özellikle rezistansa yakın bölgelerde yüksek sıcaklık bölgeleri olduğu tespit edilmiştir.

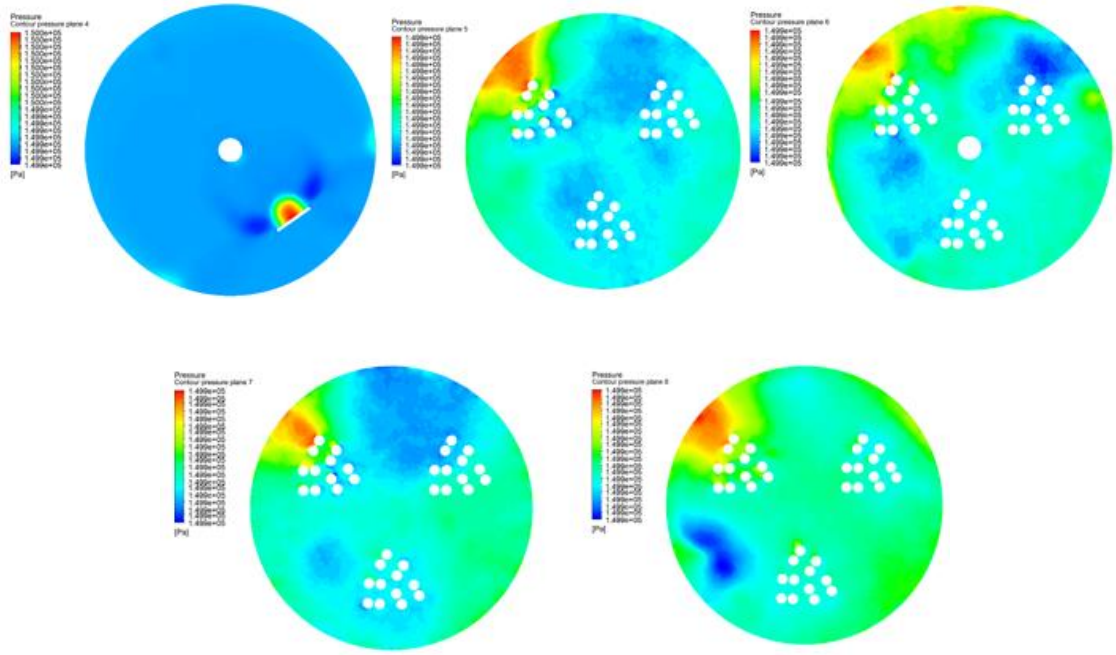


ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 8. Hız dağılımı kontur grafikleri a) Düzlem 4 b) Düzlem 5 c) Düzlem 6 d) Düzlem 7 e) Düzlem 8

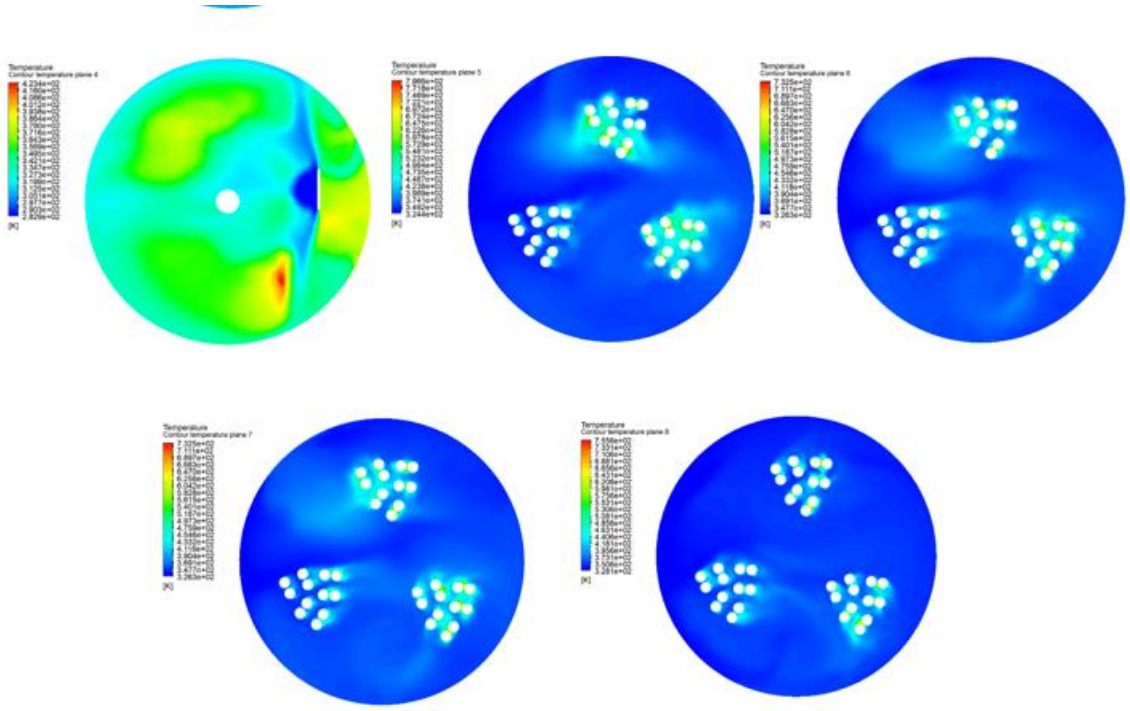
Görsel 8'de elektrikli kombi sayısal modeli içerisine, su girişinde su çıkışına doğru eşit aralıklarla yerleştirilen 5 farklı düzlem üzerindeki hız dağılımı kontür grafikleri gösterilmiştir. Türbülansları artırmak amacıyla su giriş bölgesine yerleştirilen yönlendirme sacının etkisiyle homojen olmayan hız dağılımı olduğu tespit edilmiştir. Özellikle rezistansları oluşturan ikili sarmallar arasında kalan bölgelerde hızın düştüğü belirlenmiştir.



Görsel 9. Basınç dağılımı kontur grafikleri a) Düzlem 4 b) Düzlem 5 c) Düzlem 6 d) Düzlem 7 e) Düzlem 8

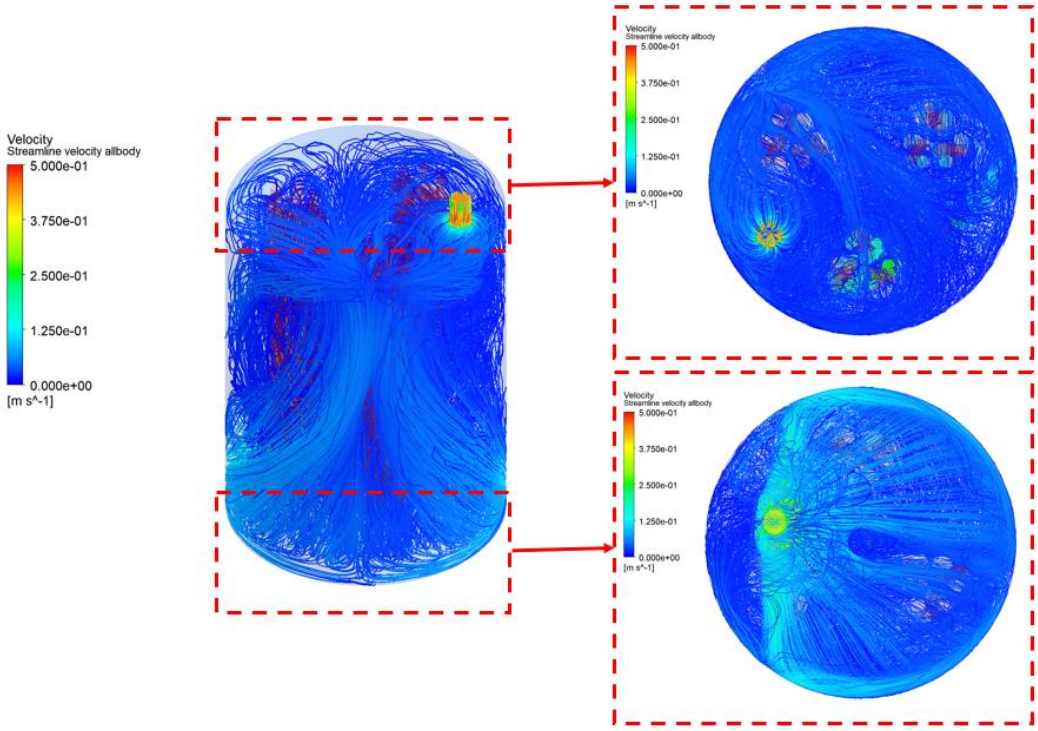
Görsel 9'da 5 farklı düzlem üzerinde oluşan basınç dağılımları grafikleri gösterilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 10. Sıcaklık dağılımı kontur grafikleri a) Düzlem 4 b) Düzlem 5 c) Düzlem 6 d) Düzlem 7 e) Düzlem 8

Görsel 10'da verilen sıcaklık dağılım grafiklerinde, ısıtıcıların çevresinde yüksek sıcaklık nedeniyle oluşan akışkan yoğunluk farkından dolayı doğal bir yükselme hareketi (konveksiyon) olduğu gözlemlenmektedir.



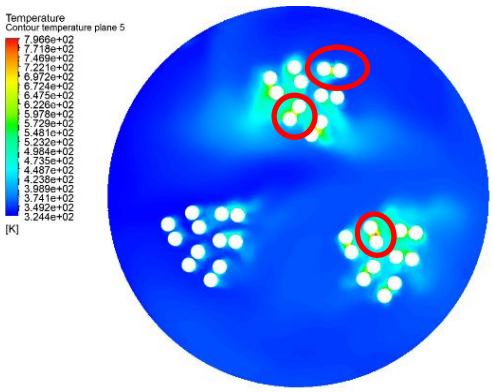
Görsel 11. Hız dağılımı streamline grafikleri a) Su girişi b) Su çıkışı

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Görsel 11'de hız dağılımı streamline grafikleri incelendiğinde giriş bölümüne yerleştirilen yönlendirici saç sayesinde sistem içerisindeki türbülanslar artırılmıştır.

Çizelge 2. Simülasyon Sonuçları

Giriş Sıcaklığı (C°)	Çıkış Sıcaklığı (C°)	Giriş Hızı (m/s)	Çıkış Hızı (m/s)
10	72	0.37	0.41



Görsel 12. Hot Spot Bölgeleri

Yapılan HAD Analizleri sonucunda:

- Çizelge 2 gösterildiği gibi suyun 10 °C girmesi durumunda sistemden 72 °C suyu çıkış sıcaklığı elde edilmektedir. Ayrıca su giriş hızı 0.37 m/s çıkış hızı ise 0.41 m/s olarak ölçülmüştür.
- Her bir ısıtıcının 9000 Watt olması, çevresinde yüksek enerji yoğunluğu oluşturmakta olup bu enerji, ısıtıcıdan yayılan ısının, akışkanın sıcaklık gradyanını artırmasına neden olmaktadır. Isıtıcıya yakın bölgelerde sıcaklık yüksek olması yoğunluğun düşük olması nedeniyle bu bölgelerde hızlar düşmektedir.
- Giriş bölgesine su yönlendirici eklenmesi türbülansları artışmış dolayısıyla ısı transferini de artırmıştır. Ancak bunun sonucunda sistem içerisinde homojen olmayan hız dağılımları oluştuğu için özellikle görsel 12'de gösterilen rezistansa yakın bölgelerde hot spotlar oluştuğu tespit edilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan tüm materyal ve parametrik veriler, İrea Arge Araştırma Geliştirme AŞ'ye aittir. Tasarım ve sayısal analiz çalışmaları İrea Arge Araştırma Geliştirme AŞ'ye bünyesinde gerçekleştirilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

KAYNAKÇA

[1] A. Paniego-Alday, G. Lopez-Ruiz, Z. Azkorra-Larrinaga, Z. Uriondo-Arrue, N. Romero-Anton,Analysis and improvement of gas flow behaviour at the inlet duct of an industrial HRSG boiler through CFD modelling,Case Studies in Thermal Engineering,Volume 60,2024,104717,ISSN 2214-157X, https://doi.org/10.1016/j.csite.2024.104717.

[2] Ali Abdali, Kazem Mazlumi, Abbas Rabiee,Harmonics impact on hotspot temperature increment of distribution transformers: Nonuniform magnetic-thermal approach,International Journal of Electrical Power & Energy Systems,Volume 157,2024,109826,ISSN 0142-0615,https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2024.109826.

[3] Yoshihide Tominaga,CFD simulations of turbulent flow and dispersion in built environment: A perspective review,Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics,Volume 249,2024,105741,ISSN 0167-6105,https://doi.org/10.1016/j.jweia.2024.105741.

[4] Özcan O., Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Yöntemi İle Reküperatör Tasarımı ve Isıl Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2016.

[5] Comaklı, K., ve Yuksel B., 2006. Kazanlarda tersinmezlik analizi. 9. Uluslararası Yanma Sempozyumu, Kırıkkale.

[6] Selbaş, R., 1992. Atık Isı Enerjisinden Yararlanma Yöntemleri ve Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

[7] Uzol, N.S. “Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği ile Üç-Boyutlu Karmaşık Akış Problemlerinin Yüksek Başarımlı Hesaplamaları”

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Stronsiyum Katkısının Zn-40Al-2Cu Alaşımının Korozyon Direncine Etkisi

***Doç. Dr. ALİ PAŞA HEKİMOĞLU**
Makine Mühendisliği Bölümü, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Türkiye
ali.hekimoglu@erdogan.edu.tr - ORCID ID: 0000-0003-2396-4876
Arş. Gör. MURAT HACIOSMANOĞLU
Makine Mühendisliği Bölümü, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Türkiye
murat.haciosmanoglu@erdogan.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-9662-9510

ÖZET

Zn-40Al-2Cu ve Zn-40Al-2Cu-0,1Sr alaşımları kokil kalıba döküm yöntemi ile üretildi. Üretilen alaşımların içyapıları optik mikroskop ile, korozyon özellikleri ise elektrokimyasal bir deney düzeneği yardımıyla incelendi. Korozyon deneyleri %3,5 oranında NaCl içeren saf su+NaCl çözeltisi içerisinde çözelti ile temas eden dairesel yüzeyinin alanı 1 cm^2 ve yüksekliği 1 cm olan silindirik numuneler kullanılarak gerçekleştirildi. İçyapı incelemelerinde her iki alaşımın alüminyumca zengin α fazı, ötektik α+η faz karışımı ve bakırca zengin ($CuZn_4$) fazlarından oluştuğu, ancak Sr katkısının dendritleri incelttiğini gözlendi. Korozyon deneylerinde ise stronsiyum katkısının alaşımın korozyon direncini azalttığı belirlendi. İncelenen alaşımların korozyon deneylerinden elde edilen bulgular alaşımların yapısal özelliklerine dayandırılarak irdelendi.

Anahtar Kelimeler: Zn-Al esaslı alaşımlar, Sr katkısı, Korozyon, İçyapı

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. GİRİŞ

Ana alaşım elementi olarak çinko (Zn) ve alüminyum (Al) elementlerini içeren Zn-Al esaslı alaşımlar ilk olarak 1920'li yıllarda ~%4 oranında Al içeren ZAMAK serisi alaşımlar olarak piyasaya sürülmüştür (Gervais et al., 1985; Goodwin et al., 1989; Skenazi et al., 1983). Daha sonra bu alaşımlar üzerine yapılan çalışmalarda bakır katkısının söz konusu alaşımların malzeme özelliklerine olumlu katkıda bulunduğu görülmüş ve sırasıyla %30 ve 50 oranlarında alüminyum içeren ALZEN 305 ve ALZEN 501 adı verilen çinko-alüminyum alaşımları geliştirilmiştir. Geliştirilen bu alaşımların bronz, pirinç ve dökme demir gibi geleneksel yatak malzemelerine alternatif olabileceği görüldüğünden bu ve benzer Zn-Al esaslı alaşım gruplarının geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmalar artarak devam etmiştir.

Zn-Al esaslı alaşımlarının geleneksel yatak malzemelerine göre başlıca avantajları; üretimlerinin kolay ve ekonomik olması, özgül mukavemetlerinin (mukavemet/ yoğunluk) ve aşınmaya karşı dirençlerinin yüksek olması, sürtünme katsayılarının düşük olması ve çalışma ortamındaki sert parçacıkları yutma özelliklerine sahip olmalarıdır. Söz konusu alaşımlar ayrıca yüksek sönümleme ve sessiz çalışma özelliklerinin yanı sıra yük taşıyıcı sert ve kaymayı kolaylaştırıcı nispeten yumuşak fazlardan oluşan çok fazlı bir içyapıya sahip olduklarından aşırı yükleme, yetersiz yağlama ve yüksek hızlı çalışma koşullarında bile ideal tribolojik davranış sergileyebilmektedirler (Delneuville, 1985; Hekimoğlu & Savaşkan, 2016). Yukarıda belirtilen üstünlüklerinin yanı sıra Zn-Al esaslı alaşımların bazı kısıtlara da sahip olduğu ortaya koyulmuştur. Bu kısıtların başında sertlik, mukavemet ve aşınma dirençlerinin bazı uygulamalar için yetersiz kalması ve ergime noktalarının düşük olması nedeniyle belli sıcaklık değerlerinin üzerindeki sıcaklıklarda kararlılıklarını koruyamamaları gelmektedir (Alemdağ & Savaşkan, 2008; Prasad, 1997; Zhu et al., 1995). Bu nedenle Zn-Al esaslı alaşımlar üzerine son zamanlarda yapılan çalışmalarda bu alaşımların mukavemetlerini, aşınma dirençlerini ve yüksek sıcaklıklardaki kararlılıklarını artırma üzerine odaklanılmıştır (Lee et al., 1987; Murphy & Savaskan, 1984; Prasad, 1997). Bu çalışmalarda Zn-Al esaslı alaşımlardaki alüminyum oranlarının artırılması veya farklı alaşım elementleri ilavesiyle ikili Zn-Al alaşımlarının mukavemetlerinin artırılabileceği görülmüştür. İkili Zn-Al alaşımlarının mukavemetlerini artırmak için en yaygın kullanılan alaşım elementlerinin başında bakır (Cu) ve silisyum (Si) gelmektedir. Bu alaşımlara düşük oranlarda (ağırlıkça %1-3) yapılan Cu ve Si katkılarının hem sertlik ve mukavemetlerini hem de aşınma dirençlerini önemli oranda artırdığı deneysel çalışmalarla ortaya koyulmuştur. Zn-Al alaşımlarında alüminyum oranı arttıkça mekanik özelliklerin iyileştiğinin ve %2-3 oranlarında bakır katkısı yapılan Zn-Al alaşımlarının ikili Zn-Al alaşımlarına göre daha üstün mekanik ve tribolojik özellikler sergilediğinin ortaya koyulması üçlü Zn- 40Al-2Cu alaşımının geliştirilmesine yol açmıştır (Hekimoğlu & Savaşkan, 2014; Savaşkan et al., 2003, 2004).

Literatürde Zn-40Al-Cu esaslı alaşımların yapısal, mekanik ve tribolojik özelliklerinin incelendiği birçok çalışma bulunmaktadır. Son zamanlarda yapılan bir çalışmada (Hacıosmanoğlu et al., 2023) Zn-40Al-2Cu alaşımına yapılan %0,1 Sr katkısının bu alaşımın yapısal, mekanik ve tribolojik özelliklerine etkisi ortaya konulmuştur. Ancak %0,1Sr ilavesinin Zn-40Al-2Cu alaşımının korozyon davranışına etkisinin ortaya konulduğu bir çalışma henüz

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

yapılmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada %0,1 oranında stronsiyum içeren Zn-40Al-2Cu-0,1Sr alaşımı üretilerek, stronsiyum katkısının Zn-40Al-2Cu alaşımının korozyon özelliklerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Zn-40Al-2Cu ve Zn-40Al-2Cu-0,1Sr alaşımı indüksiyonla ergitme ve kokile döküm yöntemi ile üretildi. Alaşımların üretiminde kullanılan indüksiyon ocağının fotoğrafı Görsel'1 de verilmiştir. Üretilen alaşımların nominal kimyasal bileşimleri Çizelge'1 de yer almaktadır. Alaşımların üretiminde ağırlıkça uygun kimyasal bileşimi verecek oranlarda yüksek saflıkta (%99,8) alüminyum külçe, yüksek saflıkta (%99,9) çinko ve bakır külçe, Al-15Sr master alaşımı kullanıldı. Ergimiş durumdaki sıvı metal homojen bir döküm olması için karıştırıldıktan sonra yaklaşık 650 oC' lik döküm sıcaklığında teknik resmi Görsel 2' de verilen ve oda sıcaklığında tutulan SAE 8620 çeliğinden imal edilmiş olan kokil kalıba dökülerek katılaştırıldı. İçyapı incelemeleri için standart metalografik yöntemler kullanıldı. Bu işlem için üretimi gerçekleştirilen alaşım külçelerinden talaşlı imalat ile alınan numuneler sırasıyla zımparalama, parlatma ve dağlama işlemine tabi tutuldu. Dağlanan işlemi %5 oranında nitrik asit içeren nitrik asit+etil alkol ayıracı kullanılarak gerçekleştirildi. Dağlanan numuneler ışık mikroskobu altında incelendi ve içyapılarını gösteren fotoğraflar çekildi.

Zn-40Al-2Cu ve Zn-40Al-2Cu-0,1Sr alaşımlarının korozyon deneyleri elektrokimyasal bir deney düzeneğinde gerçekleştirildi (Görsel 3). Deney düzeneğini oluşturan elemanlar; korozyon deney yazılımının kontrol edildiği bilgisayar, İvium Vertex marka Potansiyostat/Galvonastat ve korozyon deney hücresidir. Korozyon deneyinde kullanılacak numuneler yüzey alanı 1cm^2 ve yüksekliği 1 cm olacak şekilde silindirik formda talaşlı işlemle dökülmüş durumdaki alaşımlardan üretilmiştir. Üretilen numuneler 2000 numaralı zımparalar ile parlatıldıktan sonra numunelerin sadece 1cm^2 alana sahip korozyon yüzeyleri açık kalacak şekilde silikondan yapılan kalıba yerleştirildiler. Bu şekilde hazırlanan numuneler %3,5 oranında NaCl içeren saf su+NaCl çözeltisi içinde korozyon deneyine tabi tutulup, elde edilen Tafel polarizasyon eğrilerinden faydalanılarak korozyon hızları belirlendi. Deneylerde anot(numune) ile katot (referans elektrot) arasındaki fark 0,085V olarak gerçekleşti. Potansiyodinamik polarizasyon çevrimi için başlangıç gerilimi (Ebaş) 0,15 V, bitiş gerilimi (Eson) +0,15 V, gerilim adımı (Eadım) 1 mV ve tarama hızı 5 mV/s olarak alındı. Deneyler sonucunda bir yazılım yardımıyla elde edilen Tafel polarizasyon eğrilerinden faydalanılarak her bir alaşımın korozyon hızı belirlendi.

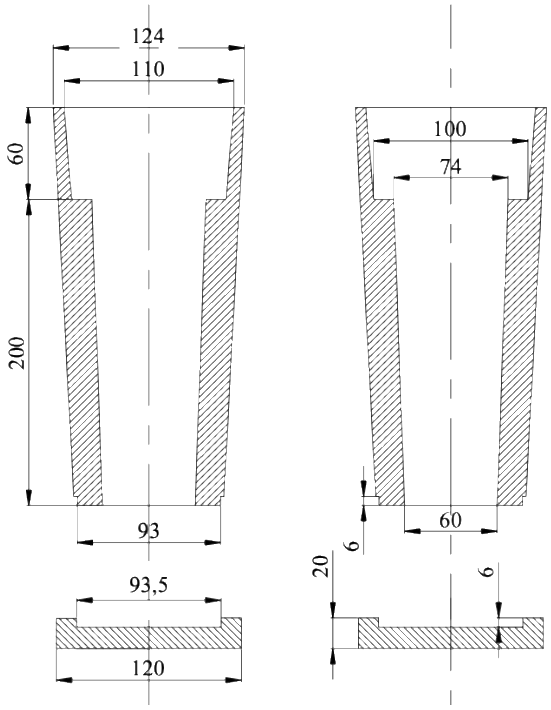
ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 1. Alaşımların üretiminde kullanılan indüksiyonlu ergitme ocağının fotoğrafı

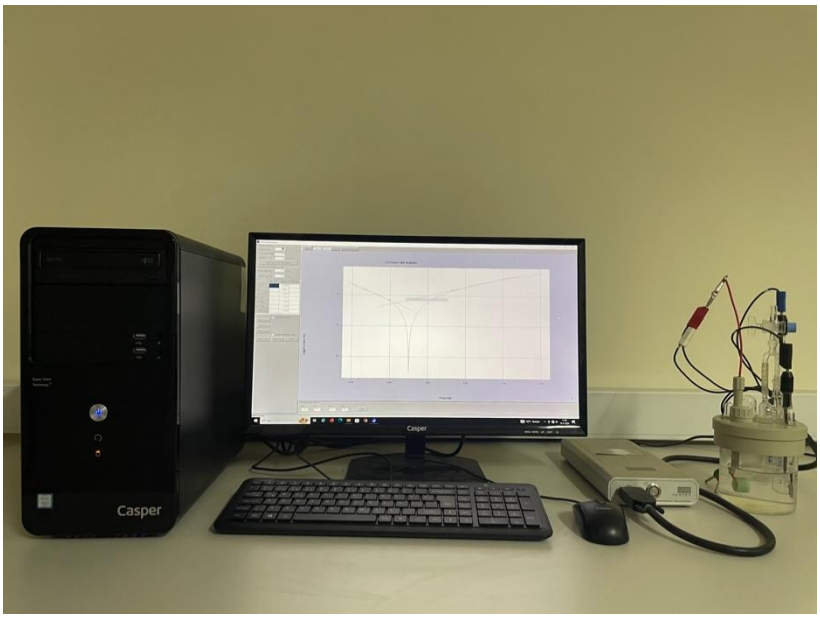
Çizelge 1. Üretilen alaşımların nominal kimyasal bileşimleri

Alaşım	Element oranı (kütlece %)			
	Çinko	Alüminyum	Bakır	Stronsiyum
Zn-40Al-2Cu	Kalan	40	2	-
Zn-40Al-2Cu-0,1Sr	Kalan	40	2	0,1



Görsel 2. Alaşımların üretiminde kullanılan kokil kalıbın teknik resmi

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



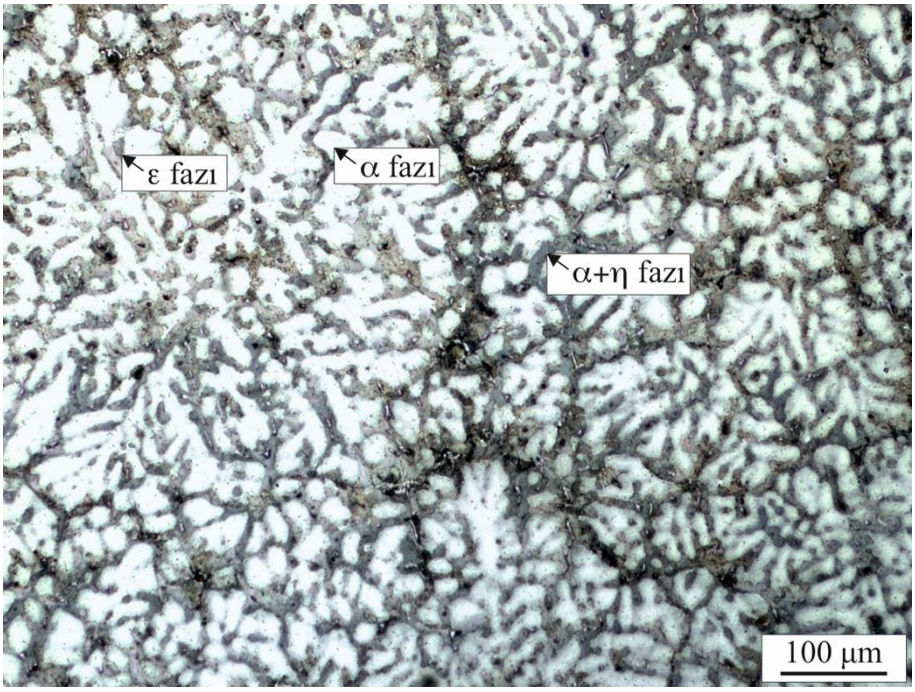
Görsel 3. Korozyon deney düzeneğinin fotoğrafı

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

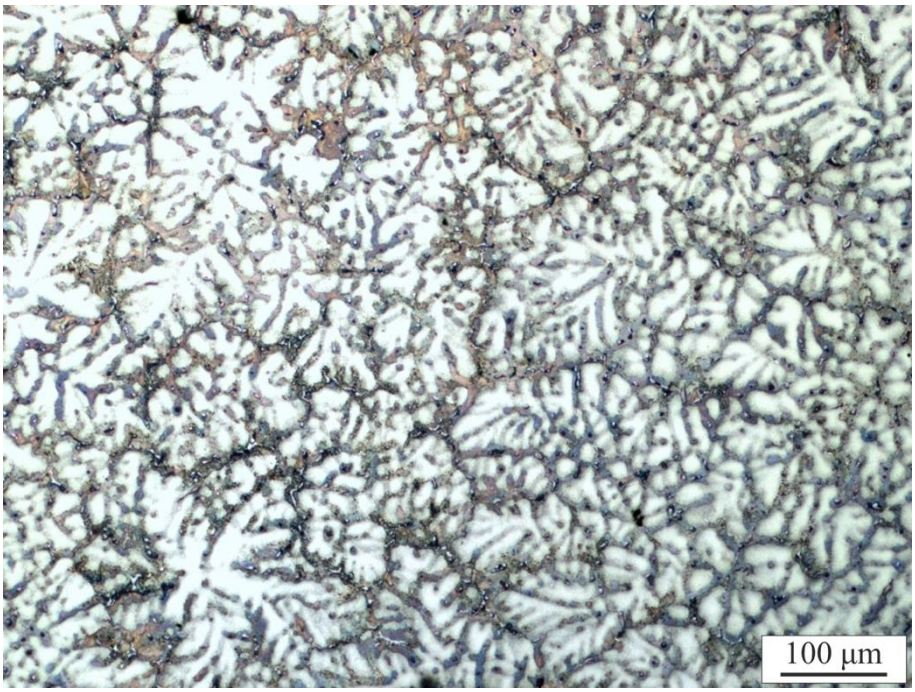
Zn-40Al-2Cu ve Zn-40Al-2Cu-0,1Sr alaşımlarının içyapılarını gösteren optik mikroskop fotoğrafları Görsel 4-5' te verilmiştir. Bu fotoğraflar Zn-40Al-2Cu alaşımının içyapısının alüminyumca zengin α fazı, ötektik α+η faz karışımı ve bakırca zengin ($CuZn_4$) fazlarından oluştuğu göstermektedir. Zn-40Al-2Cu alaşımına katılan Sr elementinin içyapıda yeni bir faz oluşturmadığını ancak α dendridleri incelttiği görüldü. Zn-40Al-2Cu alaşımının içyapısının oluşumu literatürde (Hacıosmanoğlu et al., 2023) detaylı olarak ortaya koyulmuş olup, bu çalışmadan elde edilen bulgular literatür ile uyumludur. Dörtlü Zn-40Al-2Cu-0,1Sr alaşımının içyapısındaki dendritlerin üçlü Zn-40Al-2Cu alaşımındakilere göre daha ince bir yapıda olması literatürde farklı teorilere dayandırılarak açıklanabilmektedir. Bu teoriler arasında karbür−bor, peritektik, peritektik hulk, dubleks çekirdeklenme ve çözünürlük teorileri öne çıkmaktadır. Elde ettiğimiz bulgular Sr ilavesi sonucunda ile Zn-40Al-2Cu alaşımında yeni bir faz oluşmadığını gösterdiği için bir başka deyişle stronsiyum alaşım içinde tamamen çözündüğü için, bu elementin yol açtığı tane incelmesi çözünürlük teorisine dayandırılarak açıklanabilir. Bu teoriye göre bir fazın içerisinde başka bir element atomlarının çözünmesi durumunda çözen fazın tane büyümesi kısıtlanır ve çözünürlük arttıkça tane büyümesi daha fazla engellenir. Bu mekanizmada tane büyümesinin kısıtlayıcı faktör Maxweell ve Hellawell (Hacıosmanoğlu et al., 2023; Maxwell & Hellawell, 1975) tarafından ortaya koyulan $Q=C_0m(k-1)$ bağıntısıyla ifade edilir. Bu bağıntıda; Q: tane büyümesini kısıtlayıcı faktör, C_0: çözünen madde miktarı, m: likidus çizgisinin eğimi ve k: ayrılım/bölme katsayısı olarak sunulmaktadır. Bu eşitlikten de anlaşılacağı üzere bir fazın içerisinde bir elementin çözünmesi durumunda veya çözünürlüğün artması durumunda tane büyümesini kısıtlayıcı faktör artar, bu da tane büyümesinin kısıtlanması bir başka deyişle tanelerin daha ince kalmasına yol açar. Çalışmamızda da stronsiyumun alüminyumca zengin α fazı içerisinde çözünmesinin yukarıda bahsedilen teoriye göre bu fazın büyümesini kısıtladığı ve daha ince taneli bir yapının oluşmasına yol açtığı, ayrıca tane büyümesinin kısıtlanması sonucunda çekirdekleşmenin daha çok sayıda tane etrafında

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

meydana gelerek tane sayısının artmasına neden olduğu düşünülmektedir. Stronsiyum ilavesi ile dendritlerin küçülmesinin ya da incelmesinin bir nedeni de katılaşmanın başlangıç aşamasında oluşan fazla sayıda çekirdeğin sıvı metal içerisindeki daha yüksek ergime noktasına sahip alüminyumun oranını azaltması ve katılaşmanın ilerleyen aşamalarında alüminyumca zengin α dendiritlerinin büyümeleri için gerekli alüminyum atomlarını sıvı metal içerisinden çekememesi olabilir (Hekimoğlu et al., 2019; Hekimoğlu & Çalış, 2020).



Görsel 4. Zn-40Al-2Cu alaşımının optik mikroskop görüntüsü



Görsel 5. Zn-40Al-2Cu-0,1Sr alaşımının optik mikroskop görüntüsü

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Korozyon deneyleri öncesi ve sonrası numunelerin yüzeylerine ait optik mikroskop görüntüsü Görsel 6-7'de, tafel polarizasyon eğrileri Görsel 8' de ve bu eğrilerden elde edilen korozyon hızı değerleri ise Çizelge 2'de verilmektedir. Korozyona uğramış numunelerin yüzeylerinden elde edilen fotoğraflar söz konusu alaşımlarda korozyonun ağırlıklı olarak alüminyumca zengin α fazının sınır bölgelerinde veya η fazının yer aldığı dendritler arası bölgelerde gerçekleştiği görülmektedir. Bu durum dendridlerin sınırlarında ve dendridler arası bölgelerde çinkonun daha yoğun olmasına ve alüminyum ile çinkonun galvanik serideki sıralamasına dayandırılarak açıklanabilir. Şöyle ki; galvanik serideki (Oldfield, 1988) sıralamaya göre standart elektrot potansiyeli 1,666 V olan çinko, standart elektrot potansiyeli 0,763 V olan alüminyuma göre daha aktif bir elementtir. Bir başka deyişle alüminyum çinkoya göre daha asil bir elementtir. Bu nedenle aynı ortamda bulunmaları durumunda çinkonun alüminyuma göre daha önce ve daha çok korozyona uğraması beklenir. Sistemde meydana gelen olası katodik reaksiyonlar;

$H + 2e \rightarrow H_2$

$O_2 + 4e + 2H_2O \rightarrow 4OH^-$

Anodik reaksiyonlar ise;

$Zn \rightarrow Zn^2 + 2e$

$Al \rightarrow Al^3 + 3e$

olarak yazılabilir.

Zn^2 ve Al^3 iyonları ile OH iyonları arasında ise;

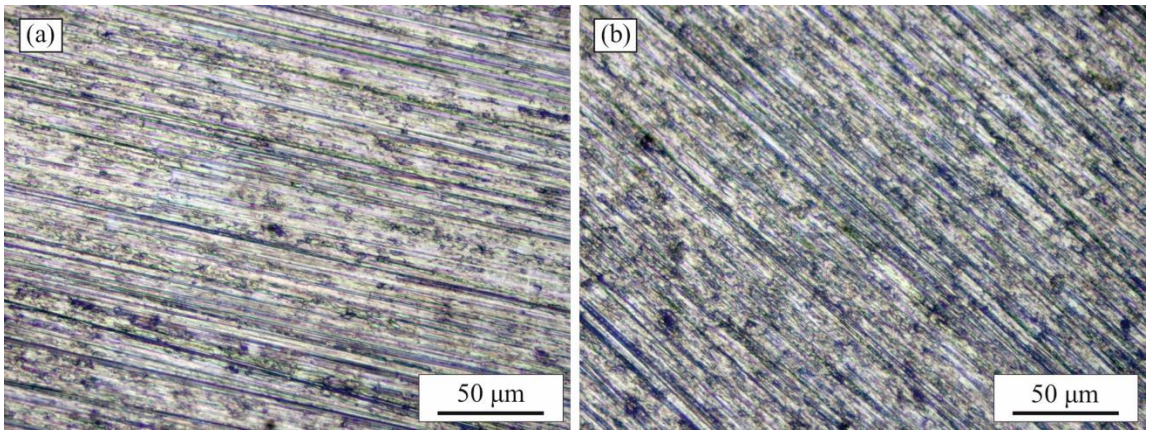
$Zn^2 + OH \rightarrow Zn(OH)_2$

$Al^3 + OH \rightarrow Al(OH)_3$

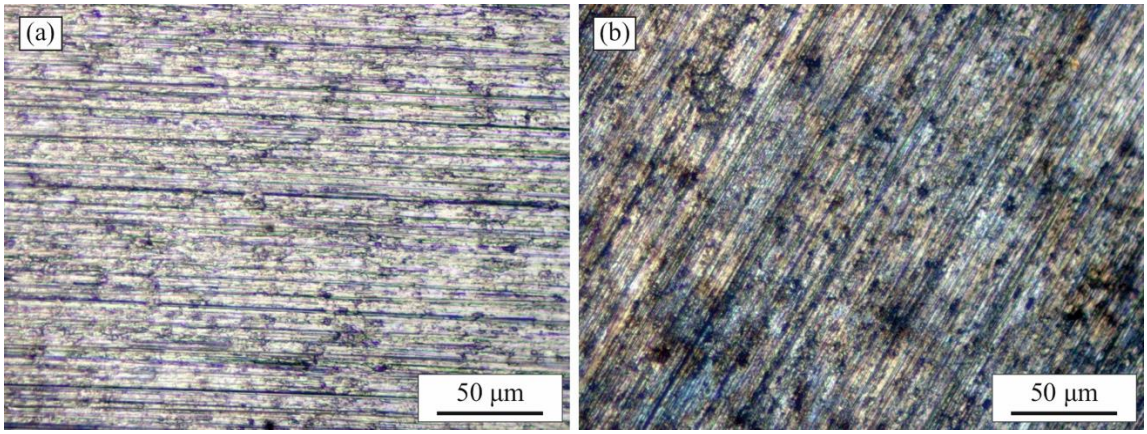
reaksiyonlarının gerçekleştiği düşünülmektedir.

Zn-40Al-2Cu ve Zn-40Al-2Cu-0,1Sr alaşımlarının korozyona uğramış yüzeylerine ait Şekil 6b ve 7b' de yer alan optik mikroskop fotoğrafları alaşımlarda meydana gelen korozyonun seçimli korozyon olarak sınıflandırılabileceğini göstermektedir. Bu korozyon türü element ve/veya fazlardan birinin öncelikli olarak korozyona uğrayarak alaşımdan uzaklaşması olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla korozyonun öncelikli olarak η fazında veya dendritler arası bölgelerde yer alan çinkoca zengin fazlarda meydana geldiği söylenebilir. Zn-40Al-2Cu alaşımına 0,1Sr ilavesinin α fazını küçülterek η fazının yer aldığı dendritler arası bölgelerin miktarını artırması veya tane incelmesi nedeniyle sistemdeki anot-katot reaksiyonlarının sayısını artırması nedeniyle Sr katkısı Zn-40Al-2Cu alaşımının korozyon direncini azaltmış olabilir.

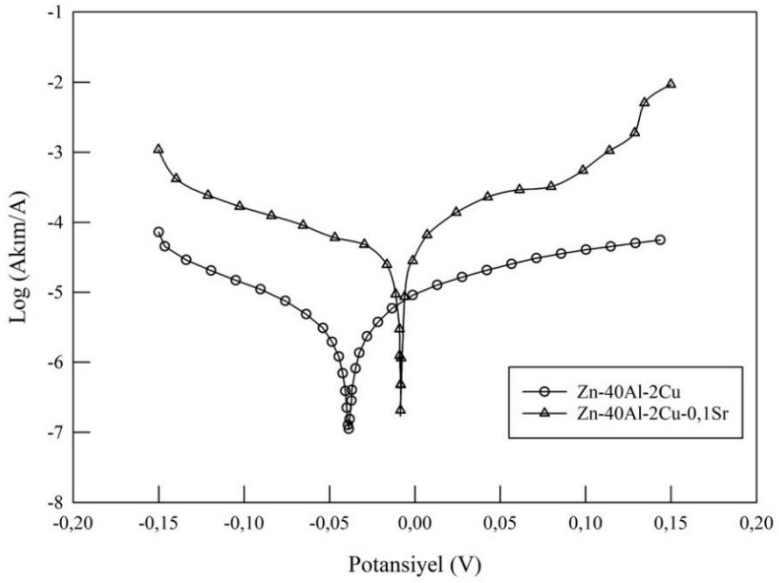
ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 6. Zn-40Al-2Cu alaşımının korozyon deneyi öncesi (a) ve sonrası (b) optik mikroskop görüntüsü



Görsel 7. Zn-40Al-2Cu-0,1Sr alaşımının korozyon öncesi (a) ve sonrası (b) optik mikroskop görüntüsü



Görsel 8. Zn-40Al-2Cu ve Zn-40Al-2Cu-0,1Sr alaşımlarına ait Tafel polarizasyon eğrileri

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 2. Zn-40Al-2Cu ve Zn-40Al-2Cu-0,1Sr alaşımından elde edilen korozyon hızı değerleri

Alaşım	Korozyon hızı (mm/y)
Zn-40Al-2Cu	0,014585167
Zn-40Al-2Cu-0,1Sr	0,13683

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

1. Zn-40Al-2Cu alaşımının içyapısı alüminyumca zengin α fazı, ötektik α+η faz karışımı ve bakırca zengin (CuZn4) fazlarından oluşmaktadır.
2. Zn-40Al-2Cu alaşımına yapılan %0,1 Sr elementi içyapıda yeni bir faz oluşturmamakta ancak α dendridlerini inceltmektedir.
3. Zn-40Al-2Cu alaşımına katılan Sr elementi söz konusu alaşımın korozyon hızını artırmakta bir başka deyişle korozyon direncini azaltmaktadır.

.

KAYNAKÇA

Alemdağ, Y., Savaşkan, T., Effects of silicon content on the mechanical properties and lubricated wear behaviour of Al-40Zn-3Cu-(0-5)Si alloys. Tribology Letters, 29(3), 221–227, 2008. https://doi.org/10.1007/s11249-008-9299-0

Delneuville, P., Tribological behaviour of ZnAl alloys (ZA27) compared with bronze when used as a bearing material with high load and at very low speed. Wear, 105(4), 283–292, 1985. https://doi.org/10.1016/0043-1648(85)90227-3

Gervais, E., Barnhurst, R. J., Loong, C. A., An analysis of selected properties of ZA alloys. JOM, 37(11), 43–47, 1985. https://doi.org/10.1007/BF03258743

Goodwin, F. E. ve Ponikvar, A. L., *Engineering properties of zinc alloys 3rd ed.,* International Lead Zinc Research Organization. 1989.

Hacıosmanoğlu, M., Tellioğlu, M., Hekimoğlu, A. P., Effect of Strontium on the Microstructure, Mechanical, and Tribological Properties of the Zn–40Al–2Cu Alloy. International Journal of Metalcasting, 17(4), 3133–3142, 2023. https://doi.org/10.1007/s40962-023-00985-z

Hekimoğlu, A. P., Çalış, M., Effect of grain refinement with titanium on the microstructure, mechanical and corrosion properties of Al-25Zn alloy. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 35(1), 311–322, 2020. https://doi.org/10.17341/gazimmfd.464676

Hekimoğlu, A. P., Çalış, M., Ayata, G., Effect of strontium and magnesium additions on the microstructure and mechanical properties of Al–12Si alloys. Metals and Materials International, 25(6), 1488–1499, 2019. https://doi.org/10.1007/s12540-019-00429-6

Hekimoğlu, A. P., Savaşkan, T., Structure and mechanical properties of Zn-(5 - 25) Al alloys. International Journal of Materials Research, 105(11), 1084-1089, 2014. https://doi.org/10.3139/146.111116

Hekimoğlu, A. P., Savaşkan, T., Effects of contact pressure and sliding speed on the unlubricated friction and wear properties of Zn-15Al-3Cu-1Si alloy. Tribology Transactions, 59(6), 2016. https://doi.org/10.1080/10402004.2016.1141443

Lee, P. P., Savaşkan, T., Laufer, E., Wear resistance and microstructure of Zn-Al-Si and Zn-Al-Cu alloys. Wear, 117(1), 79-89, 1987. https://doi.org/10.1016/0043-1648(87)90245-6

Maxwell, I., Hellawell, A., A simple model for grain refinement during solidification. Acta Metallurgica, 23(2), 229-237, 1975. https://doi.org/10.1016/0001-6160(75)90188-1

Murphy, S., Savaskan, T., Comparative wear behaviour of Zn-Al-based alloys in an automotive engine application. Wear, 98, 151-161, 1984. https://doi.org/10.1016/0043-1648(84)90224-2

Oldfield, J. W. Electrochemical theory of galvanic corrosion. ASTM Special Technical Publication, STP(978), 1988. https://doi.org/10.1520/stp26188s

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Prasad, B. K., Effects of silicon addition and test parameters on sliding wear characteristics of zinc-Based alloy containing 37.5% aluminium. Materials Transactions, JIM, 38(8), 701-706, 1997. https://doi.org/10.2320/matertrans1989.38.701

Savaşkan, T., Hekimoğlu, A. P., Pürçek, G., Effect of copper content on the mechanical and sliding wear properties of monotectoid-based zinc-aluminium-copper alloys. Tribology International, 37(1), 45-50, 2004. https://doi.org/10.1016/S0301-679X(03)00113-0

Savaşkan, T., Pürçek, G., Hekimoğlu, A. P., Effect of copper content on the mechanical and tribological properties of ZnAl27-based alloys. Tribology Letters, 15(3), 257-263, 2003. https://doi.org/10.1023/A:1024817304351

Skenazi, A. F., Pelerin, J., Coutsouradis, D., Magnus, B., Meeus, M., Some recent developments in the improvement of the mechanical properties of zinc foundry alloys. Metall, 37(9), 898-902, 1983.

Zhu, Y., Yan, B., & Huang, W., Bearing wear resistance of monotectoid Zn-Al based alloy (ZA-35). Journal of Materials Science & Technology, 11(2), 109, 1995.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ANALYSIS OF BATTERY CHANGE TIMES IN ELECTRIC VEHICLES

Öğr. Gör. Metin KAYNAKLI
Bitlis Eren University,
mkaynakli@beu.edu.tr - 0000-0001-8372-1345

ABSTRACT

One of the biggest obstacles to the widespread adoption of electric vehicles is the high cost of batteries and the concerns of users about battery replacement costs. However, this is changing rapidly. It is estimated that by 2030, the cost of replacing an electric vehicle battery will be lower than the cost of repairing an internal combustion engine. A surprising drop in battery prices is expected in the near future. This means a cost of almost half of the price in 2023. This drop will be a significant turning point for many energy and technology projects and electric vehicles using lithium-ion batteries. The price per kWh is expected to be $400 in 2012 and around $110 in 2024. This sharp drop in prices is expected to make it possible to reach price parity between electric vehicles and conventional gasoline vehicles as early as 2026.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli araçlar, otomotiv teknolojisi, bataryaler

1- INTRODUCTION

There is an increasing demand for electric vehicles every passing day. Naturally, potential users who are still in the decision-making process are closely investigating every detail. Battery replacement costs are among the most curious topics at this point. As the demand for electric vehicles increases in the world, many brands have started to produce electric vehicles. Similarly, the popularity of electric vehicles is increasing day by day in Turkey. As a reflection of this situation, there is an increase in the types of electric vehicles. Now that we have left hybrid and fuel cell vehicles behind, we can come to the question of "What is a battery electric car?". Such vehicles use the electricity in the battery to power the electric motor and move the vehicle. When the electricity stored in the vehicle's battery is depleted, the vehicle must be charged. Battery electric vehicles can be charged at home, at work or at charging stations placed by companies. Battery electric vehicles, which have a much lower carbon footprint than diesel and gasoline vehicles, can cover long distances quite inexpensively. These vehicles, which do not run on diesel, gasoline or gas, are considered fully electric and are among the most harmless vehicle types for the environment. These vehicles, which have no exhaust and use internal combustion engines, do not emit carbon. Moreover, the ability to charge using solar or wind energy

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

is advantageous for both vehicle owners and the environment. The charging costs of electric vehicles vary depending on the make and model of the car. In general, the charging cost is calculated per kWh of electricity. There is a calculation logic of Battery Capacity x electricity cost. We can make this calculation by learning the battery capacity and unit cost of your own vehicle. Electric vehicles (Electric Vehicles: EV) allow us to say goodbye to fuel expenses, which are becoming a more limited resource and increasing in cost every day. However, regular maintenance follow-up is also necessary for electric vehicles for a qualified and safe driving experience. At this point, the issue of battery replacement, which users are most afraid of and about which there is a lot of misinformation, frequently comes to the agenda.

2. FACTORS AFFECTING ELECTRIC VEHICLE BATTERY REPLACEMENT COST

Like the advantages of electric vehicles, vehicle battery replacement costs are also highly wondered. The factors affecting the battery replacement cost in electric vehicles are examined under the following headings.

2.1. Vehicle Model

Battery production cost and battery life may vary depending on the model of the electric vehicle. For example; an EV that seems more affordable at first glance may lose its advantageous status when the battery life is taken into account. A battery that offers a longer service life is a much more advantageous option in the long run.

2.2. Materials Used in Battery Production

Electric vehicles are mostly produced from lithium-ion batteries. However, components such as cobalt, manganese, nickel, aluminum and graphite are also among the materials that can be used in the production process of batteries. Some of these materials used in different vehicles are quite rare. Therefore, this situation directly affects the battery replacement cost.

2.3. Battery Capacity

Just like the volume of a fuel tank, battery capacity may also vary. Battery capacity, which offers advantages in terms of frequency of charging in electric vehicles, means higher costs when it comes to battery replacement.

2.1. Warranty Conditions

Battery warranty conditions for electric vehicles may vary depending on country policies and vehicle models. However, manufacturers generally provide an eight-year warranty period

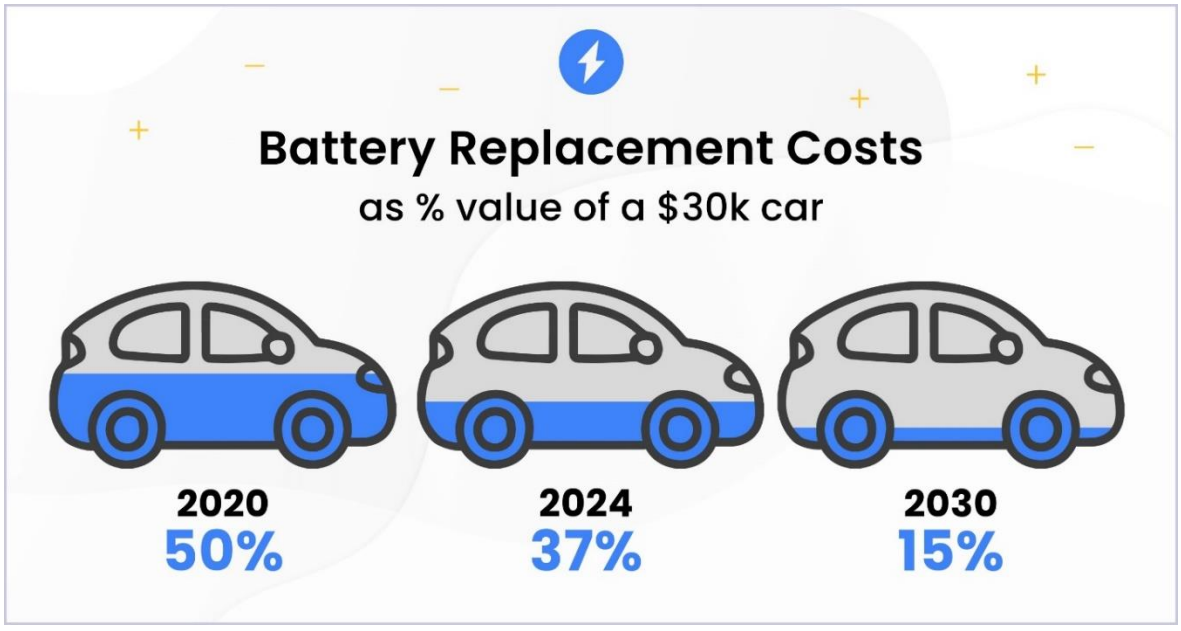
ISBN NR: 978-625-5962-02-7

today. However, it is stated that batteries are suitable for use for approximately 20 years. All these conditions should be examined in detail before investing in an electric vehicle.

3. ELECTRIC VEHICLE BATTERY REPLACEMENT COST TREND

The battery replacement process of electric vehicles that travel between 100 and 160 thousand kilometers must be initiated. Another criterion is that the battery power drops below 70 percent performance. A decrease in battery power reduces vehicle performance and can also cause damage to vehicles. It also poses a risk to driver safety. Electric vehicle batteries have a lifespan of eight (8) to twenty (20) years. So, as you can see, the issue of a battery life limited to 3-4 years, which is frequently mentioned about electric vehicles, is a widely believed urban legend. The replacement costs of batteries, which are the most expensive equipment of electric vehicles, can vary depending on many different factors. However, it is stated that electric vehicle battery replacement costs may vary between 4 thousand and 20 thousand US dollars as of 2023. As a result of the increase in demand for electric vehicles, the costs of critical materials used in battery production are also increasing. It is stated that the demand for lithium, which is frequently used in the electric vehicle battery production process, exceeded the supply in 2022. However, manufacturing countries have a very determined attitude on this issue and continue to develop new battery technologies. Even though the battery replacement trend seems to be increasing today, it is expected that this trend will change course in the near future with the increase in the number of manufacturers and technologies in this field. These expectations;

- Surprising drop in battery prices
- Battery replacement prices
- Long battery life
- Rapidly decreasing battery replacement costs in electric vehicles.



Visual 1. Change İn Battery Capacity İn Electric Vehicles By Year.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

One of the biggest obstacles to the widespread adoption of electric vehicles has been the high cost of batteries and user concerns about battery replacement costs. However, this is changing rapidly. By 2030, it is predicted that the cost of replacing an electric vehicle's battery will be lower than the cost of repairing an internal combustion engine. According to the latest report by Goldman Sachs, the surprising drop in battery prices is that battery prices are expected to fall to $80 per kWh by 2026. This represents a cost that is almost half of the price in 2023. This drop will be a major turning point for many energy and technology projects that use lithium-ion batteries, as well as electric vehicles. In 2012, the price per kWh was $400, and by 2024, it was around $110. This sharp drop in prices could make it possible for electric vehicles and traditional gasoline vehicles to reach price parity as early as 2026. However, the most exciting development is the impact of this drop on second-hand electric vehicles and battery replacement costs. Many drivers are reluctant to buy a second-hand electric vehicle, as the condition of the battery plays a role in this decision. Fortunately, this drop in battery prices will make battery replacements extremely affordable, increasing the power of the second-hand electric.

4. GENERAL EVALUATION AND CONCLUSIONS

According to a Goldman Sachs report, battery replacement prices are expected to drop to $64 per kWh in 2030. However, this report makes a higher estimate than other similar reports. Some analyst firms argue that prices per kWh could drop to $35. When we average all reports, it is predicted that the estimates for 2030 will be in the range of $50 per kWh. Battery replacement costs in electric vehicles are rapidly decreasing. Thus, replacement costs for a 100 kWh package will drop to $4,500 to $5,000 or $3,375 for a more standard 75 kWh package. As of today, the cost of replacing an electric vehicle battery varies between $5,000 and $16,000, depending on the size of the package and the make and model of the vehicle. Since it is a bit difficult to talk about prices in Turkey for now, there are not many people who have completed the life of an electric vehicle's battery and replaced it yet. However, last year it was stated that the cost of replacing the battery of the Tesla Model Y was approximately 500 thousand TL. This is the same as replacing an internal combustion engine. JD Power says that replacing the engine can cost more than $4,000 for a four-cylinder unit and $10,000 for a high-performance unit. It is not yet clear how these prices will develop in the future. Batteries have a very long lifespan. Contrary to popular belief, the battery life in electric vehicles is not short at all. This misconception may actually be due to the warranty given by the manufacturers. Most manufacturers guarantee the lifespan of the battery pack for 8 years or 120 thousand kilometers. However, for example, Tesla owners can generally easily exceed 320 thousand kilometers. There is even an example of a Model S that has 4 battery changes and almost 2 million kilometers. Although this is an extreme example, it can be seen that the battery life can easily exceed 8 years with proper use. According to Recurrent, which has a database of more than 300,000 electric vehicles, only 2.5 percent of electric vehicle batteries have been replaced across all years and models, with most of these changes occurring in vehicles older than nine years.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

REFERENCES

[1] Barilaro, D., Barone, G.,Crupi, V., Majolino D.Characterization of Archeological Findings by FT-IR Spectroscopy, Spectroscopy, April, 20,4, 2005.
Zhou, L., Zheng, Y., Ouyang, M., & Lu, L. (2017). A study on parameter variation effects on battery packs for electric vehicles. Journal of Power Sources, October, 1,10, 2017

[2] You, G. W., Park, S., & Oh, D. (2016). Real-time state-of-health estimation for electric vehicle batteries: A data-driven approach. Applied energy, August, 15,8, 2016
Asef, P., Milan, M., Lapthorn, A., & Padmanaban, S. Future trends and aging analysis of battery energy storage systems for electric vehicles. Sustainability, December, 14,12, 2021

[3] Sufyan, M., Rahim, N. A., Muhammad, M. A., Tan, C. K., Raihan, S. R. S., & Bakar, A. H. A. Charge coordination and battery lifecycle analysis of electric vehicles with V2G implementation. Electric Power Systems Research, July, 2020

[4] Iclodean, C., Varga, B., Burnete, N., Cimerdean, D., & Jurchiş, B. Comparison of different battery types for electric vehicles. In IOP conference series: materials science and engineering. IOP Publishing. October, 2017

[5] Wood, E., Alexander, M., & Bradley, T. H. Investigation of battery end-of-life conditions for plug-in hybrid electric vehicles. Journal of Power Sources, June, 1,6, 2011

[6] Tian, Z., Tu, L., Tian, C., Wang, Y., & Zhang, F. Understanding battery degradation phenomenon in real-life electric vehicle use based on big data. In 2017 3rd International Conference on Big Data Computing and Communications (BIGCOM). IEEE. August, 2017

[7] Pelletier, S., Jabali, O., Laporte, G., & Veneroni, M. Battery degradation and behaviour for electric vehicles: Review and numerical analyses of several models. Transportation Research Part B: Methodological, September, 2017

[8] Saldaña, G., San Martín, J. I., Zamora, I., Asensio, F. J., & Oñederra, O. Analysis of the current electric battery models for electric vehicle simulation. Energies, July, 18,7, 2019

[9] Kasprzyk, L. Modelling and analysis of dynamic states of the lead-acid batteries in electric vehicles. Eksploatacja i Niezawodność, February, 10,2, 2017

[10] Cao, Y., Kroeze, R. C., & Krein, P. T. Multi-timescale parametric electrical battery model for use in dynamic electric vehicle simulations. IEEE Transactions on Transportation Electrification, May, 13,5, 2016

[11] Aziz, M., Oda, T., Mitani, T., Watanabe, Y., & Kashiwagi, T. Utilization of electric vehicles and their used batteries for peak-load shifting. Energies, April, 30,4, 2015

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ANALYSIS OF MAINTENANCE COSTS IN ELECTRIC VEHICLES

Öğr. Gör. Metin KAYNAKLI
Bitlis Eren University,
mkaynakli@beu.edu.tr - 0000-0001-8372-1345

ABSTRACT

Electric vehicles generally have lower maintenance costs than conventional vehicles with internal combustion engines. This is mainly because electric vehicles have fewer moving parts. This means that electric vehicles are simpler to maintain and generally cheaper. Therefore, electric vehicles require much less maintenance than conventional vehicles. There is no need for oil changes or gaskets; valves do not clog. Since electric vehicles do not have internal combustion engines, these costs are eliminated. In contrast, engine maintenance in internal combustion engine vehicles can be quite costly, especially as the vehicle ages. On the other hand, electric vehicles are not completely cost-free. The biggest maintenance cost that can occur is replacing the battery pack. As this pack ages, it will gradually lose its capacity to hold a charge. As time goes by, the driving range will shorten. However, electric car batteries do not wear out as easily. Maintenance costs in electric vehicles can vary depending on various factors. The main parameters affecting maintenance costs in electric vehicles can be listed as Battery Maintenance-Replacement, Brake System Maintenance, Tire Maintenance, Cooling-Air Conditioning System Maintenance and Software Updates.

Keywords: Automotive technology, maintenance, batteries

1. INTRODUCTION

The popularity of electric vehicles is increasing day by day. Electric cars are becoming an attractive option for many people due to their environmental friendliness and low emission levels. However, it is also important to be informed about the maintenance costs of electric vehicles. Electric vehicles generally have lower maintenance costs compared to traditional vehicles with internal combustion engines. The main reason for this is that electric vehicles have fewer moving parts. This means that electric vehicles are simpler to maintain and generally cheaper. However, maintenance costs can vary depending on several factors. If we list these factors in items;

1.1.Battery Maintenance and Replacement

The batteries of electric vehicles are the heart of the vehicle. The battery is the most important component that determines the range of electric vehicles. The lifespan of electric vehicle batteries can usually vary between 8-10 years. Battery replacement costs vary depending on the

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

capacity and brand of the battery. Typically, electric vehicle batteries can cost several thousand dollars. However, as the prices of batteries decrease over time, this cost will become more affordable in the future.

1.2.Brake System Maintenance

Electric vehicle brake systems tend to wear out less than conventional vehicles. This is because electric vehicles have a regenerative braking system. This system recovers energy during braking, recharges the battery and reduces brake pad wear. However, brake pads and discs may need to be replaced over time. Therefore, brake system maintenance is a part of the maintenance costs of electric vehicles.

1.3.Tire Maintenance

Electric car models are generally heavier, which can cause increased wear on the tires. Also, the ability of electric vehicles to produce instant torque can cause the tires to wear out faster. Tires need to be checked and replaced regularly. Tire replacement costs are a significant part of the maintenance budget of electric vehicles.

1.4.Cooling and Air Conditioning System Maintenance

The cooling systems of electric vehicles ensure that the batteries operate at optimum temperatures. In addition, air conditioning systems are used to increase the comfort of electric vehicles. Regular maintenance of these systems affects the performance of electric vehicles. Cooling and air conditioning systems are generally less expensive to maintain, but they should not be neglected.

1.5.Software Updates

Most electric vehicles require software updates that improve various features and performance. These updates can usually be done remotely and are usually free.

2. MAINTENANCE COSTS OF ELECTRIC VEHICLES

The recent popularity of clean energy-consuming electric vehicles also brings some questions to the minds of car enthusiasts about these vehicles. For example, the costs of electric vehicles are listed as periodic maintenance frequency and maintenance costs. Electric vehicles are produced with different equipment compared to vehicles that consume fossil fuels. This equipment difference is in the direction of decreasing the maintenance costs of electric vehicles. While traditional vehicles need many parts to move, electric vehicles can move thanks to the rotor part in their engines and do not need a complex system. This minimizes the costs arising from the problems in the parts of vehicles with complex systems. There is no other part that requires oil maintenance in electric vehicles other than the transmission. Electric vehicles do not need engine oil, engine water, timing belt, oil filter, circulation pump, fuel filter and similar

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

equipment found in fossil fuel vehicles. The absence of these parts that require periodic maintenance is the most important factor that reduces the service cost of electric vehicles. Thanks to the regenerative brake system, the need for pad and brake disc renewal in electric vehicles will be largely eliminated. However, the equipment that requires regular checks in electric vehicles includes the electrical systems, including the battery, electric motor and small electronic components. Brake and wiper fluids in electric vehicles require maintenance. Unlike air or water cooled fossil fuel vehicles, the battery temperature of electric vehicles is kept constant by coolers. You can refer to the user manuals in the vehicles for the maintenance of cooling systems that vary from model to model. The low number of moving parts also affects the operating temperature of the vehicles. Fossil fuel vehicles can reach operating temperatures of up to 220 degrees. Since these temperatures cannot be reached in electric vehicles, mechanical wear is at the lowest level. The maintenance cost of the equipment other than the battery is low. Battery manufacturers can provide an 8-10 year warranty for battery replacement with careful use. In electric vehicles, the use of the vehicle, the way the battery is charged and extreme weather conditions are among the important factors that determine the battery life. It is possible to extend the battery life with healthy use. According to experts, the battery level should be kept between 20% and 80%. Frequent full charging of the battery is a situation that reduces its life. Keeping the battery at a low level is also a situation that negatively affects the battery. Since batteries are one of the most important components of electric vehicles, they also have the largest share in maintenance costs. Tire maintenance has the same maintenance costs for both fossil fuel and electric cars. It is an objective fact that electric cars require less maintenance and repair costs than vehicles using petroleum-based fuels. On the other hand, the biggest maintenance cost of clean energy vehicles is batteries if a healthy use and charging method is not provided in the long term. The electric vehicle charging process is seen in Visual 1.



Visual 1. Electric vehicle charging process

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3. FACTORS AFFECTING MAINTENANCE AND BATTERY REPLACEMENT COSTS OF ELECTRIC VEHICLES

Maintenance costs for electric vehicles can vary depending on a variety of factors:

Vehicle Make and Model: Maintenance costs for electric vehicles vary depending on the make and model of the vehicle. Some brands may have higher maintenance costs, while others may offer more affordable costs.

Frequency of Use: The more frequently a vehicle is used, the higher its maintenance costs. Heavy use will cause the battery to age faster and other components to wear out faster.

Driving Style and Brake Usage: Driving style and brake habits directly affect the maintenance costs of electric vehicles. Proper driving and careful braking will extend the life of both the brake system and the battery.

Tire Selection and Maintenance: Using tires that are appropriate for the season, the right model and have the right pressure will increase the performance and safety of your vehicle. Wrong tire selection or low pressure can both reduce energy efficiency and shorten the life of the tires.

Air Quality and Ventilation Usage: The air quality in your area and the frequency of use of your vehicle's ventilation system will affect maintenance costs. Polluted air and the need for frequent ventilation may require more frequent replacement of interior filters. An example of a current electric vehicle battery is shown in Visual-2.



Visual-2. Current electric vehicle battery example

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

If we examine the factors that affect the replacement cost of an electric vehicle battery, these are:

3. 1. Vehicle Model:

The cost of replacing an electric vehicle's battery varies significantly depending on the vehicle model. A lower-cost electric vehicle is at a disadvantage in terms of battery life. Long-lasting batteries may require a higher initial investment, but can be more economical in the long run. Therefore, battery life is an important factor to consider when choosing a vehicle.

3. 2. Materials Used in Battery Production:

Electric cars generally use lithium-ion batteries. However, rare and valuable components such as cobalt, manganese, nickel, aluminum, and graphite are also among the materials used in these batteries. The availability and cost of these materials directly affect battery replacement costs. Rare and high-cost materials make battery replacement more expensive.

3.3.Battery Capacity:

Battery capacities affect the range and charging frequency of vehicles. Higher-capacity batteries generally have higher costs. Therefore, as battery capacities increase, battery replacement costs also increase. High-capacity batteries provide an advantage on long journeys by providing a longer range, but this advantage also comes at the cost of replacement.

3.4.Warranty Conditions:

Battery warranty periods for electric vehicles vary depending on country policies and vehicle model. Most manufacturers offer an eight-year warranty on batteries, but batteries usually last up to 20 years. Carefully reviewing the warranty conditions when purchasing a vehicle will help reduce potential costs. The warranty conditions determine how much of the cost will be covered if the battery needs to be replaced.

4. GENERAL EVALUATION AND CONCLUSIONS

As a result of this study, the factors listed above are the main factors affecting the battery replacement costs of electric vehicles. It is anticipated that considering these factors in vehicle selection and battery replacement planning will help save costs in the long term. The maintenance costs of electric vehicles are generally lower than those of internal combustion engine vehicles. However, some factors such as battery replacement costs affect the maintenance budget of electric vehicles. Regular maintenance of electric vehicles provides a long-lasting and efficient driving experience. Considering the advantages of electric vehicles, it is possible to say that maintenance costs are generally reasonable. It is seen that electric vehicles offer an attractive alternative for drivers looking for an environmentally friendly and low-maintenance option. It is anticipated that electric vehicle users will be in a more

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

advantageous position in terms of maintenance costs in the long term if electric vehicles are used carefully by users and the battery charging procedure is followed.

REFERENCES

[1] Propfe, B., Redelbach, M., Santini, D. J., & Friedrich, H. Cost analysis of plug-in hybrid electric vehicles including maintenance & repair costs and resale values. World Electric Vehicle Journal, December, 28,12, 2012

[2] Weldon, P., Morrissey, P., & O'Mahony, M. Long-term cost of ownership comparative analysis between electric vehicles and internal combustion engine vehicles. Sustainable Cities and Society, May, 2018

[3] Delucchi, M. A., & Lipman, T. E. An analysis of the retail and lifecycle cost of battery-powered electric vehicles. Transportation Research Part D: Transport and Environment, November, 2001

[4] Lipman, T. E., & Delucchi, M. A. A retail and lifecycle cost analysis of hybrid electric vehicles. Transportation Research Part D: Transport and Environment, March, 2006

[5] Riesz, J., Sotiriadis, C., Ambach, D., & Donovan, S. Quantifying the costs of a rapid transition to electric vehicles. Applied Energy, October, 2016

[6] Lebeau, K., Lebeau, P., Macharis, C., & Van Mierlo, J. How expensive are electric vehicles? A total cost of ownership analysis. In 2013 World Electric Vehicle Symposium and Exhibition IEEE, November, 2013

[7] Ayodele, B. V., & Mustapa, S. I. Life cycle cost assessment of electric vehicles: A review and bibliometric analysis. Sustainability, March, 19,3, 2020

[8] Wu, G., Inderbitzin, A., & Bening, C. Total cost of ownership of electric vehicles compared to conventional vehicles: A probabilistic analysis and projection across market segments. Energy policy, May, 2015

[9] Kara, S., Li, W., & Sadjiva, N. Life cycle cost analysis of electrical vehicles in Australia. Procedia CIRP, 2017

[10] Mustapa, S. I., Ayodele, B. V., Mohamad Ishak, W. W., & Ayodele, F. O. Evaluation of cost competitiveness of electric vehicles in Malaysia using life cycle cost analysis approach. Sustainability, June, 30,6, 2020

[11] Diao, Q., Sun, W., Yuan, X., Li, L., & Zheng, Z. Life-cycle private-cost-based competitiveness analysis of electric vehicles in China considering the intangible cost of traffic policies. Applied energy, September, 15,9, 2016

[12] Breetz, H. L., & Salon, D. Do electric vehicles need subsidies? Ownership costs for conventional, hybrid, and electric vehicles in 14 US cities. Energy Policy, September, 2018

[13] Cuenca, R. M., Gaines, L. L., & Vyas, A. D. Evaluation of electric vehicle production and operating costs (No. ANL/ESD-41). Argonne National Lab., IL (US). May, 23,5, 2000

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

A SPLINE COLLOCATION APPROACH TO ZELDOVICH EQUATION

Doç. Dr., Berat KARAAGAC
Adıyaman University,
bkaraagac@adiyaman.edu.tr - 0000-0002-6020-3243

ABSTRACT

This paper adopted to investigate numerical solutions of Zeldovich equation using Finite element collocation method. In order to achieve the aim of study, first of all, the equation discretized using finite difference technique, then the approximate solution of the Zeldovich eqaution is selected a linear combination of time dependent variables and cubic B splines. Using the approximate solution and collocation method yield an algebraic equation system. Solving the system carry our aim to obtain numerical solutions. The obtained solutions and the error norms L_2 and L_∞ are presented via tables and graphs

Keywords: Collocation Method, Finite Element Method, Zeldovich equation

1. INTRODUCTION

Differential equations are powerful tools that serve as the backbone for modeling many real-life problems. Due to their wide range of applications, their research and application spans from the physical and biological sciences to economics, health, epidemiology and beyond. Basic Object Motion, for instance, is expressed by the differential equation defined as Newton's second law, in the case of a free falling body, the equation of motion can be derived from the forces acting on it, population dynamics are modeled by the logistic growth model of population growth. One of the most significant scientific tasks is determining how to effectively solve these differential equations. Many scholars have proposed and used various methods to examine exact and numerical solutions of differential equations. Examples of these approaches include finite difference methods[1, 2], finite element methods[3, 4], finite volume methods[5], Tanh function methods [6], and exponential expansion methods[7]. In order to contribute to the literature on the application of numerical methods, in this paper we will consider the following Zeldovich equation

$$u_t + pu_{xx} + qu^2 + ru^3 = 0 \tag{1}$$

where $u(x,t)$ represents the temperature in the combustion process [8]. In this paper, numerical solutions of the Zeldovich equation will be investigated. Collocation finite element methods are used to achieve our goal. For the approximate solution in the finite element method, cubic B-spline bases are chosen. The numerical solutions and error norms obtained as a result of solving the numerical scheme obtained by applying the method are presented in tables. the behavior of the numerical solutions is illustrated by graphs.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2. COLLOCATION FINITE ELEMENT METHOD AND APPLICATION TO ZELDOVICH EQUATION

Collocation is a very efficient and precise numerical solution approach for partial differential equations, with a simple formulation. Suppose the space domain $\Omega = \{a = x_0 < x_1 < \ldots < x_N = b\}$ is evenly distributed by nodes x_m into N sub-intervals with the spatial step size $h = x_{m+1} - x_m$ $(m = 0,1,2,..,N-1)$. The temporal domain $[0,T]$ is discretized with uniform spacing as $t_n = n\Delta t$ $(n = 0,1,2,\ldots,M)$. Then we assume that approximate solution $\vartheta(x,t)$ is related with the exact solution $u(x,t)$ may be represented as the combination of a collection of basis functions and time dependent unknown variables, as follows:

$$u(x,t) \simeq \vartheta(x,t) = \sum_{m=-1}^{N+1} \delta_m(t)\phi_m(x), \tag{2}$$

the unknown time-dependent quantities will be determined by using the boundary conditions and collocation points, $\phi_m(x)$ are cubic B-spline basis can be seen in [9]. The values of approximate solution and its derivatives at nodes are

$$\begin{aligned} \vartheta(x_m,t) &= \alpha_1\delta_{m-1}(t) + \alpha_2\delta_m(t) + \alpha_1\delta_{m+1}(t) \\ \vartheta'(x_m,t) &= \beta_1\delta_{m-1}(t) + \beta_2\delta_{m+1}(t) \\ \vartheta''(x_m,t) &= \gamma_1\delta_{m-1}(t) + \gamma_2\delta_m(t) + \gamma_1\delta_{m+1}(t) \end{aligned} \tag{3}$$

where $\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 4, \beta_1 = 3/h, \beta_2 = -3/h, \gamma_1 = 6/h^2$ and $\gamma_2 = -12/h^2$. The variation of $\vartheta(x,t)$ over the element $[x_m, x_{m+1}]$ is given by

$$u(x,t) \simeq \vartheta(x,t) = \sum_{j=m-1}^{m+1} \delta_j(t)\phi_j(x). \tag{4}$$

Now, recall the Zeldovich equation given in (1) with its initial and boundary conditions as follows

$$\begin{aligned} &u_t + pu_{xx} + qu^2 + ru^3 = 0 \\ &u(x_a,t) = u_a,\ u(x_b,t) = u_b \quad T > 0 \\ &u(x,0) = f(x), \qquad x_a < x < x_b \end{aligned} \tag{5}$$

let us apply forward finite difference approach for time derivative and Crank Nicolson approach to other terms of the equation, we get;

$$\frac{u^{n+1}-u^n}{\Delta t} + \frac{p}{2}(u_{xx}^{n+1} + u_{xx}^n) + \frac{q}{2}((u^2)^{n+1} + (u^2)^n) + \frac{r}{2}((u^3)^{n+1} + (u^3)^n) = 0. \tag{6}$$

As it can be seen in Eq.(6), $(u^2)^{n+1}$ and $(u^3)^{n+1}$ terms are nonlinear terms, inorder to obtain a linear equation, we will use Rubin Graves technique[10], when we linearize the terms given above, we obtain;

$$\begin{aligned} (u^2)^{n+1} &= u^n u^{n+1} + u^{n+1}u^n - (u^2)^n \\ (u^3)^{n+1} &= u^n u^n u^{n+1} + u^n u^{n+1} u^n + u^n u^n u^{n+1} - 2(u^3)^n. \end{aligned} \tag{7}$$

When Eqs. (7) and (3) are used in (6), the following algebraic equation system can be obtained by the terms of $\delta_m(t)$ as follows

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$$\left(\alpha_1+\frac{\Delta t}{2}(\alpha_1\kappa_1+p\gamma_1)\right)\delta_{m-1}^{n+1}(t)+\left(\alpha_2+\frac{\Delta t}{2}(\alpha_2\kappa_1+p\gamma_2)\right)\delta_m^{n+1}(t)$$
$$+\left(\alpha_1+\frac{\Delta t}{2}(\alpha_1\kappa_1+p\gamma_1)\right)\delta_{m+1}^{n+1}(t)=$$
$$\left(\alpha_1+\frac{\Delta t}{2}(\alpha_1\kappa_2-p\gamma_1)\right)\delta_{m-1}^{n}(t)+\left(\alpha_2+\frac{\Delta t}{2}(\alpha_2\kappa_2-p\gamma_2)\right)\delta_m^{n}(t) \quad (8)$$
$$+\left(\alpha_1+\frac{\Delta t}{2}(\alpha_1\kappa_2-p\gamma_1)\right)\delta_{m+1}^{n}(t)$$

where $\kappa_1=2qu^n+3r(u^2)^n$ and $\kappa_2=r(u^2)^n$. The Eq. (3) is an algebraic equation system in the form $(N+1)\times(N+1)$ for $m=0,1,\dots,N$. The unknown variables $\delta_{-1}(t)$ and $\delta_{N+1}(t)$ can be removed using boundary conditions for $m=0$ and $m=N$ as follows

$$\begin{aligned}u(x_a,t)&=u_a=\alpha_1\delta_{-1}(t)+\alpha_2\delta_0(t)+\alpha_1\delta_1(t)\\ u(x_b,t)&=u_b=\alpha_1\delta_{N-1}(t)+\alpha_2\delta_N(t)+\alpha_1\delta_{N+1}(t)\end{aligned} \quad (9)$$

and initial vector can be obtained using initial condition and approximate solution as follows

$$\begin{aligned}&u(x_a,0)=f(x_a)=\alpha_1\delta_{-1}(0)+\alpha_2\delta_0(0)+\alpha_1\delta_1(0)\\ &u(x_1,0)=f(x_1)=\alpha_1\delta_0(0)+\alpha_2\delta_1(0)+\alpha_1\delta_2(0)\\ &1c:\\ &u(x_{N-1},0)=f(x_{N-1})=\alpha_1\delta_{N-2}(0)+\alpha_2\delta_{N-1}(0)+\alpha_1\delta_N(0)\\ &u(x_b,0)=f(x_b)=\alpha_1\delta_{N-1}(0)+\alpha_2\delta_N(0)+\alpha_1\delta_{N+1}(0)\end{aligned} \quad (10)$$

After the application of boundary conditions given in (9) to (3), the system can be solved iteratively using the initial vector obtained solving the system given in (10) at desired time level.

3. NUMERICAL RESULTS

A numerical experiment is conducted to evaluate the performance of the numerical scheme established using the collocation approach in this study. All numerical algorithms were implemented in Matlab. The Zeldovich equation is considered with following boundary and initial conditions

$$\begin{aligned}u(-30,t)&=\frac{1}{2}\left(1-\tanh\left(\frac{1}{2\sqrt{2}}\left(-30-\frac{t\sqrt{2}}{2}\right)\right)\right)\\ u(30,t)&=\frac{1}{2}\left(1-\tanh\left(\frac{1}{2\sqrt{2}}\left(30-\frac{t\sqrt{2}}{2}\right)\right)\right)\quad T>0\\ u(x,0)&=\frac{1}{2}\left(1-\tanh\left(\frac{x}{2\sqrt{2}}\right)\right)\qquad -30<x<30\end{aligned} \quad (11)$$

and the exact solution of the problem is

$$u(-30,t)=\frac{1}{2}\left(1-\tanh\left(\frac{1}{2\sqrt{2}}\left(x-\frac{t\sqrt{2}}{2}\right)\right)\right). \quad (12)$$

As it seen from boundary conditions, the computational domain of Zeldovich equation will be considered as $[-30,30]$ and final time will be selected as $T=1$. In order to measure the error

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

norms between the exact solution and the numerical solution, the following error norms will be used;

$$L_2 = \sum_{m=0}^{N} \sqrt{\left(u(x,t) - \vartheta(x,t)\right)^2} \quad (x,t) \in x_a, x_b] \times 0, T]$$
$$L_\infty = \max_{0 \le m \le N} |u(x,t) - \vartheta(x,t)| \tag{13}$$

Firstly, In table 1, the error norms and comparison of the numerical solutions are presented for fixed values of $\Delta t = 0.0025$, $\Delta t = 0.00125$ and various values of space step size h. Then, space step size h are fixed to $h = 0.0125$, $h = 0.00625$ and time step size are changed from $\Delta t = 0.01$ to 0.00125 in Table 2. Table 2 involves the error norms and a comparison of results between collocation method and finite difference method. Lastly, the table 3 involves the presentation of error norms at different time level. It is observed from Table 1 and 2 that the error norms obtained with the collocation method are quite reasonable and the numerical results are more accurate than the finite element method.

	$\Delta t = 0.0025$			
h	Finite Difference Method		Collocation	
	L_2	L_∞	L_2	L_∞
0.1	2.99571811×10^{-5}	1.84486452×10^{-5}	2.99115230×10^{-5}	1.84399928×10^{-5}
0.05	7.50531396×10^{-6}	4.61975999×10^{-6}	7.46199002×10^{-6}	4.61416861×10^{-6}
0.025	1.89274869×10^{-6}	1.15693620×10^{-6}	1.84957580×10^{-6}	1.15154602×10^{-6}
	$\Delta t = 0.00125$			
0.1	2.99409710×10^{-5}	1.84468350×10^{-5}	2.99276903×10^{-5}	1.84422386×10^{-5}
0.05	7.48906164×10^{-6}	4.61774277×10^{-6}	7.47811481×10^{-6}	4.61618501×10^{-6}
0.025	1.87631340×10^{-6}	1.15491924×10^{-6}	1.86551193×10^{-6}	1.15356274×10^{-6}

Table 1: The error norms for different values of h and k at $T = 1$

$h = 0.0125$

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Δt	Finite Difference Method		Collocation	
	L_2	L_∞	L_2	L_∞
0.01	9.56776247×10^{-7}	6.02260212×10^{-7}	5.18771351×10^{-7}	2.84316294×10^{-7}
0.005	5.68242294×10^{-7}	3.13013761×10^{-7}	4.01688979×10^{-7}	2.79089340×10^{-7}
0.0025	4.90324442×10^{-7}	2.91313108×10^{-7}	4.47252469×10^{-7}	2.85943906×10^{-7}
0.00125	4.73185897×10^{-7}	2.89232344×10^{-7}	4.62395016×10^{-7}	2.87888274×10^{-7}
	$h = 0.00625$			
0.01	6.84080835×10^{-7}	4.40662877×10^{-7}	5.53525282×10^{-7}	3.34466939×10^{-7}
0.005	2.39220190×10^{-7}	1.50596537×10^{-7}	1.29770102×10^{-7}	7.11277852×10^{-8}
0.0025	1.42061252×10^{-7}	7.82579607×10^{-8}	1.00426969×10^{-7}	6.97770006×10^{-8}
0.00125	1.22580640×10^{-7}	7.28283292×10^{-8}	1.11813457×10^{-7}	7.14866015×10^{-8}

Table 2: The error norms for different values of k and h at $T = 1$

t	$h = 0.0125$		$h = 0.00625$	
	L_2	L_∞	L_2	L_∞
0.1	6.66079773×10^{-8}	3.93790281×10^{-8}	1.62449254×10^{-8}	9.76962622e-09
0.2	1.26944140×10^{-7}	7.51773059×10^{-8}	3.09615719×10^{-8}	1.86584436×10^{-8}
0.3	1.81902474×10^{-7}	1.08076288×10^{-7}	4.43714344×10^{-8}	2.68332420×10^{-8}
0.4	2.32206751×10^{-7}	1.38575889×10^{-7}	5.66537504×10^{-8}	3.44189069×10^{-8}
0.5	2.78456355×10^{-7}	1.67063464×10^{-7}	6.79568483×10^{-8}	4.15102835×10^{-8}
0.6	3.21156617×10^{-7}	1.93844242×10^{-7}	7.84056507×10^{-8}	4.81824206×10^{-8}
0.7	3.60739740×10^{-7}	2.19163397×10^{-7}	8.81068689×10^{-8}	5.44951148×10^{-8}
0.8	3.97579711×10^{-7}	2.43214131×10^{-7}	9.71526831×10^{-8}	6.04965035×10^{-8}
0.9	4.32003207×10^{-7}	2.66158224×10^{-7}	1.05623462×10^{-7}	6.62263417×10^{-8}
1	4.64297759×10^{-7}	2.88130102×10^{-7}	1.13589787×10^{-7}	7.17176445×10^{-8}

Table 3: The error norms at different time levels for $k = 0.001$

The 3D behaviour of numerical solutions are shown in Figure for $k = 0.00625, h = 0.1$. it can be observed from figure 1 that numerical solutions are supporting its the nature behaviour of the wave as expected.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

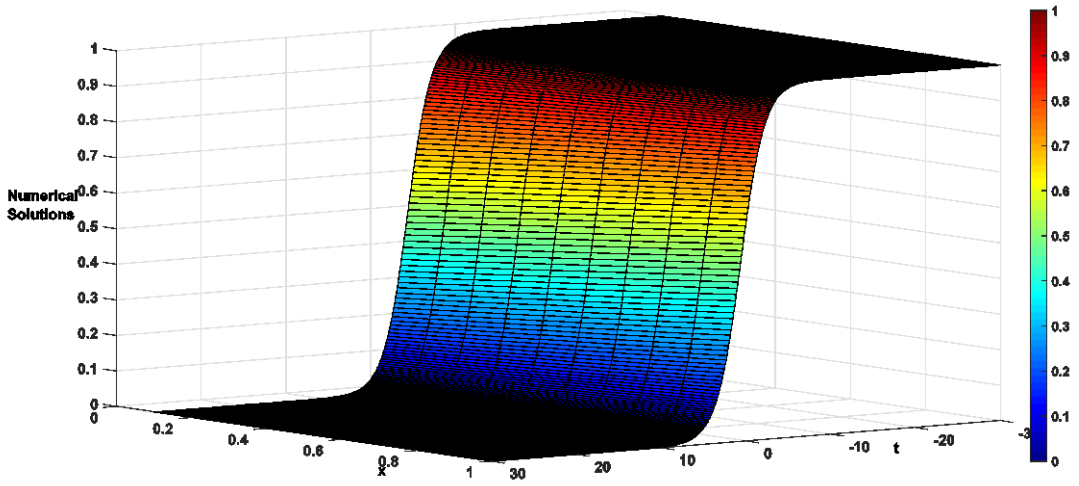


Figure 1: 3D graphs of the numerical solutions of Zeldovich equation

4. CONCLUSION

In this paper, we stated a mathematical structure based on the collocation finite element method and the Crank Nicolson approach for finding numerical solutions to the Zeldovich equation. The study evaluated several values of space and time step sizes and comparised with exact solutions and finite difference method. Thus we have found that grading sizes work well together for numerical implementation. Graphical behaviour of numerical solutions are also shown

References

[1] D. Zhang, C. Suwen, A finite difference method on crack resistance of reinforced glass beam with non-linear adhesive.Composite Structures 344 (2024): 118335.

[2] D. Qin, K. Fu, D. Liang, The Spatial-Temporal Fourth-Order Conservative Characteristic Runge-Kutta Finite Difference Method for Convection-Dominated Diffusion Equation.

[3] G. R. Barrenechea, V. John, and P. Knobloch, Finite element methods respecting the discrete maximum principle for convection-diffusion equations. SIAM Review,2024 66.1: 3-88.

[4] H. Karabenli, A. Esen, Y. Uçar, Collocation Finite Element Method for the Fractional Fokker–Planck Equation, International Journal for Numerical Methods in Fluids, 2024.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[5] Z. Wu, Y-X Ren, A shock capturing artificial viscosity scheme in consistent with the compact high-order finite volume methods. Journal of Computational Physics, 2024, 516: 113291.

[6] Samir, Islam, and Hamdy M. Ahmed. Retrieval of solitons and other wave solutions for stochastic nonlinear Schrödinger equation with non-local nonlinearity using the improved modified extended tanh-function method. Journal of Optics,2024: 1-10.

[7] Ramya, S., K. Krishnakumar, and R. Ilangovane. Exact solutions of time fractional generalized Burgers–Fisher equation using exp and exponential rational function methods."International Journal of Dynamics and Control,2024, 12.1 (2024): 292-302.

[8] B. H. Gilding and R. Kersner, *Travelling waves in nonlineardiffusion convection reaction, in Progress in NonlinearDifferential Equations and their Applications*, Vol. 60,Springer, Berlin, Germany, 2004.

[9] Prenter, *Splines and Variational Methods* ,Wiley, New York, 1975.

[10] S. G. Rubin, *A cubic spline approximation for problems in fluid mechanics*, Tech. Rep., 1975

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

SOLUTIONS OF LONNGREN-WAVE EQUATION VIA GENERALIZED RICCATI EQUATION MAPPING METHOD

Doç. Dr., Berat KARAAGAC
Adıyaman University,
bkaraagac@adiyaman.edu.tr - 0000-0002-6020-3243

ABSTRACT
Using the Generalized Riccati Equation Mapping Method, we develop twenty-seven new accurate traveling wave solutions, including solitons and periodic solutions, to the Lonngren-wave equation. To demonstrate the physical behavior of some of the derived solutions, graphs for various constant values are provided. The solutions of the equation are important and notable for various actual physical phenomena.
Keywords: Lonngren-wave equation, Generalized Riccati Equation Mapping Method,Exact Solutions

1. INTRODUCTION
The investigation of exact solutions for nonlinear partial differential equations (NPDEs) has become more important and fascinating research topics in mathematical physics, engineering sciences, and other technological arenas [1-3]. Many mathematicians have developed methods to identify the exact solutions of nonlinear PDEs, including the direct algebraic method [4], the modified extended Fan sub equation method [5], the auxiliary equation method [6], the tanh method [7], the Exp-function method [8], the Jacobi elliptic function method [9] and so on. In this study, the Generalized Riccati Equation Mapping (GREM) method which a powerful analytical technique for solving a wide range of differential equations is used to solve the Lonngren-wave equation given as follows

$$\left(\phi_{xx}(x,t) - \alpha\phi(x,t) + \beta\phi^2(x,t)\right)_{tt} + \phi_{xx}(x,t) = 0 \qquad (1)$$

where $\phi(x,t)$ is a wave function, and the temporal and spatial variables are denoted by t and x, respectively. It is worth noting that the derivation of this equation finds its physical basis in the behavior of electrical impulses within Sony's tunnel diode, which belongs to the category of semiconductor materials [10]. There are numerous authors have extensively investigated solutions of the equation. Such as; Roshid [11] have extracted some soliton solutions of the time M-fractional Lonngren-wave (tM-fLW) equation via two reliable analytical techniques. Akçağıl et al. [12] have used the (G'/G) expansion function approach and modified tanh function methodology to get a travelling wave solution for equation. In [13], AlBaidani et al. have obtained closed-form traveling wave Lonngren-wave equation with additional terms using the $exp(-\phi(\xi))$ expansion method. Lephoko [14] have employed well-established mathematical methods, specifically analysis via Lie symmetry, coupled with other specialized techniques such as the power series method and Jacobi elliptic expansion technique. In this research, we will use the generalized Riccati Equation Mapping Method, one of several ways for obtaining exact solutions to the Lonngren equation. Using this strategy to provide a different

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

viewpoint on the equation's answers, we will illustrate our conclusions using parameters that satisfy specific conditions.

2. GENERALIZED RICCATI EQUATION MAPPING METHOD AND APPLICATION TO LONNGREN EQUATION

Look over the nonlinear partial differential equation:

$$K(\phi, \phi_x, \phi_t, \phi_{xx}, \phi_{tt}, \phi_{xt}, \dots)=0, \tag{2}$$

where K is an polynomial involving Φ and its partial derivatives which are the highest order derivatives and nonlinear terms. In this case, we can consider (1) as polynomial K. Now, we will use a wave transform $\phi(x,t)=u(\xi)$ where $\xi=kx-ct$ in order to transform (2) to an ordinary differential equation as following form

$$K^*(u, ku', -cu', k^2u'', c^2u'', -kcu'', \dots)=0, \tag{3}$$

when the wave transform applied to (1) and integrate twice, it yields,

$$k^2c^2u''+(k^2-\alpha c^2)u+\beta c^2u^2=0. \tag{4}$$

Now, suppose that the solution of Eq. (2), in same time Eq. (4) have the solution in form

$$u(\xi)=\sum_{i=-n}^{n} \sigma_i G^i(\xi). \tag{5}$$

where σ_i $(i=-n(1)n)$ and n is a constant. For the determine the constant n, homogenous balance between the higher order derivative and the power of the nonlinearity in Eq. (4) as following way;

$$\begin{aligned} \deg\left[\frac{d^r u}{d\xi^r}\right] &= n+r \\ \deg\left[u^p\left(\frac{d^r u}{d\xi^r}\right)^s\right] &= np+s(n+r) \end{aligned} \tag{6}$$

when the balance between u'' and u^2 using (6), the constant n is obtained as n=2. Thus, the solution of the ordinary differential equation is obtained as;

$$u(\xi)=\sigma_{-2}G^{-2}(\xi)+\sigma_{-1}G^{-1}(\xi)+\sigma_0+\sigma_1 G(\xi)+\sigma_2 G^2(\xi) \tag{7}$$

where $G(\xi)$ is the solution of the given sub equation [15, 16];

$$G'(\xi)=\kappa+\mu G(\xi)+\nu G^2(\xi). \tag{8}$$

In general structure, before addressing the solutions of (8), the solution (5) is substituting in (3). In addition, the ordinary differential system given by (2) turns into an algebraic equation with σ_i, $G^i(\xi), \kappa, \mu, \nu$ and other parameters related with equation and wave transform. Setting this equation equal to zero by the powers of $G(\xi)$ transforms the algebraic equation into a system. Solving the system aims to determine the coefficients σ_i to construct the solution (5). Now, when we apply this steps to Eq. (4), one can get algebraic equation system as follows;

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$$
\begin{aligned}
&G^{-4}(\xi): \beta c^2\sigma_{-2}^2 + 6c^2\kappa^2k^2\sigma_{-2} = 0\\
&G^{-3}(\xi): 2\beta c^2\sigma_{-2}\sigma_{-1} + 2c^2\kappa^2k^2\sigma_{-1} + 10c^2\kappa k^2\mu\sigma_{-2} = 0\\
&G^{-2}(\xi): -\alpha c^2\sigma_{-2} + \beta c^2\sigma_{-1}^2 + 2\beta c^2\sigma_{-2}\sigma_0 + 3c^2\kappa k^2\mu\sigma_{-1} + 8c^2\kappa k^2\nu\sigma_{-2} + 4c^2k^2\mu^2\sigma_{-2} + k^2\sigma_{-2} = 0\\
&G^{-1}(\xi): -\alpha c^2\sigma_{-1} + 2\beta c^2\sigma_{-1}\sigma_0 + 2\beta c^2\sigma_{-2}\sigma_1 + 2c^2\kappa k^2\nu\sigma_{-1} + c^2k^2\mu^2\sigma_{-1} + 6cc^2k^2\mu\nu\sigma_{-2} + k^2\sigma_{-1} = 0\\
&G^{0}(\xi): \beta c^2\sigma_2^2 + 6c^2k^2\nu^2\sigma_2 = 0\\
&G(\xi): 2\beta c^2\sigma_1\sigma_2 + 10c^2k^2\mu\nu\sigma_2 + 2c^2k^2\nu^2\sigma_1 = 0\\
&G^{2}(\xi): -\alpha c^2\sigma_2 + \beta c^2\sigma_1^2 + 2\beta c^2\sigma_0\sigma_2 + 8c^2\kappa k^2\nu\sigma_2 + 4c^2k^2\mu^2\sigma_2 + 3c^2k^2\mu\nu\sigma_1 + k^2\sigma_2 = 0\\
&G^{3}(\xi): -\alpha c^2\sigma_1 + 2\beta c^2\sigma_0\sigma_1 + 2\beta c^2\sigma_{-1}\sigma_2 + 6c^2\kappa k^2\mu\sigma_2 + 2c^2\kappa k^2\nu\sigma_1 + c^2k^2\mu^2\sigma_1 + k^2\sigma_1 = 0\\
&G^{4}(\xi): -\alpha c^2\sigma_0 + \beta c^2\sigma_0^2 + 2\beta c^2\sigma_{-1}\sigma_1 + 2\beta c^2\sigma_{-2}\sigma_2 + 2c^2\kappa^2k^2\sigma_2 + c^2\kappa k^2\mu\sigma_1 + c^2k^2\mu\nu\sigma_{-1}\\
&\quad +2c^2k^2\nu^2\sigma_{-2} + k^2\sigma_0 = 0
\end{aligned}
\tag{9}
$$

Solving the system (9) yields;

$$
\begin{aligned}
\sigma_0 &= \frac{6\alpha c^2\kappa\nu}{\beta(4c^2\kappa\nu + c^2(-\mu^2) - 1)}\\
\sigma_1 &= -\frac{6\alpha c^2\mu\nu}{\beta(-4c^2\kappa\nu + c^2\mu^2 + 1)}\\
\sigma_2 &= -\frac{6\alpha c^2\nu^2}{\beta(-4c^2\kappa\nu + c^2\mu^2 + 1)}\\
k &= -\frac{\sqrt{\alpha}c}{\sqrt{-4c^2\kappa\nu + c^2\mu^2 + 1}}.
\end{aligned}
\tag{10}
$$

In addition to using the coefficients (10) in the solution (7), the functions $G(\xi)$ which are satisfying the sub equation also need to be included in the solution. The functions $G(\xi)$ and the conditions related with them can be expressed as follows;

If $\Delta = \mu^2 - 4\kappa\nu > 0$, and P and Q are two non-zero real constants satisfying $Q^2 - P^2 > 0$

$$
\begin{aligned}
G_1(\xi) &= -\frac{\sqrt{\Delta}\tanh\left(\frac{\sqrt{\Delta}\xi}{2}\right) + \mu}{2\nu}\\
G_2(\xi) &= -\frac{\sqrt{\Delta}\coth\left(\frac{\sqrt{\Delta}\xi}{2}\right) + \mu}{2\nu}\\
G_3(\xi) &= -\frac{\mu + \sqrt{\Delta}\left(\tanh\left(\sqrt{\Delta}\xi\right) + i\,\mathrm{sech}\left(\sqrt{\Delta}\xi\right)\right)}{2\nu}\\
G_4(\xi) &= -\frac{\sqrt{\Delta}\left(\coth\left(\sqrt{\Delta}\xi\right) + \mathrm{csch}\left(\sqrt{\Delta}\xi\right)\right) + \mu}{2\nu}\\
G_5(\xi) &= -\frac{\sqrt{\Delta}\left(\tanh\left(\frac{\sqrt{\Delta}\xi}{4}\right) + \coth\left(\frac{\sqrt{\Delta}\xi}{4}\right)\right) + 2\mu}{4\nu}\\
G_6(\xi) &= -\frac{\mu - \frac{\sqrt{\Delta(P^2+Q^2)} - \sqrt{\Delta}P\cosh\left(\sqrt{\Delta}\xi\right)}{P\sinh\left(\sqrt{\Delta}\xi\right) + Q}}{2\nu}
\end{aligned}
\tag{11}
$$

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$$G_7(\xi) = -\frac{\mu + \frac{\sqrt{\Delta(Q^2-P^2)} + \sqrt{\Delta}P\sinh\left(\sqrt{\Delta}\xi\right)}{P\cosh\left(\sqrt{\Delta}\xi\right)+Q}}{2\nu}$$

$$G_8(\xi) = \frac{2\kappa\cosh\left(\frac{\sqrt{\Delta}\xi}{2}\right)}{\sqrt{\Delta}\sinh\left(\frac{\sqrt{\Delta}\xi}{2}\right) - \mu\cosh\left(\frac{\sqrt{\Delta}\xi}{2}\right)}$$

$$G_9(\xi) = -\frac{2\kappa\sinh\left(\frac{\sqrt{\Delta}\xi}{2}\right)}{\mu\sinh\left(\frac{\sqrt{\Delta}\xi}{2}\right) - \sqrt{\Delta}\cosh\left(\frac{\sqrt{\Delta}\xi}{2}\right)}$$

$$G_{10}(\xi) = \frac{2\kappa\cosh\left(\sqrt{\Delta}\xi\right)}{-\mu\cosh\left(\sqrt{\Delta}\xi\right) + \sqrt{\Delta}\sinh\left(\sqrt{\Delta}\xi\right) + i\sqrt{\Delta}}$$

$$G_{11}(\xi) = \frac{2\kappa\sinh\left(\sqrt{\Delta}\xi\right)}{-\mu\sinh\left(\sqrt{\Delta}\xi\right) + \sqrt{\Delta}\cosh\left(\sqrt{\Delta}\xi\right) + \sqrt{\Delta}}$$

$$G_{12}(\xi) = \frac{4\kappa\sinh\left(\frac{\sqrt{\Delta}\xi}{4}\right)\cosh\left(\frac{\sqrt{\Delta}\xi}{4}\right)}{-2\mu\sinh\left(\frac{\sqrt{\Delta}\xi}{4}\right)\cosh\left(\frac{\sqrt{\Delta}\xi}{4}\right) + 2\sqrt{\Delta}\cosh^2\left(\frac{\sqrt{\Delta}\xi}{4}\right) - \sqrt{\Delta}}$$

If $\Delta = \mu^2 - 4\kappa\nu < 0$, $\mu\nu \neq 0, \kappa\nu \neq 0$, and P and Q are two non-zero real constants satisfying $P^2 - Q^2 > 0$

$$G_{13}(\xi) = -\frac{\mu - \sqrt{-\Delta}\tan\left(\frac{\sqrt{-\Delta}\xi}{2}\right)}{2\nu}$$

$$G_{14}(\xi) = -\frac{\sqrt{-\Delta}\cot\left(\frac{\sqrt{-\Delta}\xi}{2}\right) + \mu}{2\nu}$$

$$G_{15}(\xi) = -\frac{\mu - \sqrt{-\Delta}\left(\tan\left(\sqrt{-\Delta}\xi\right) + \sec\left(\sqrt{-\Delta}\xi\right)\right)}{2\nu}$$

$$G_{16}(\xi) = -\frac{\sqrt{-\Delta}\left(\cot\left(\sqrt{-\Delta}\xi\right) + \csc\left(\sqrt{-\Delta}\xi\right)\right) + \mu}{2\nu}$$

$$G_{17}(\xi) = -\frac{2\mu - \sqrt{-\Delta}\left(\tan\left(\frac{\sqrt{-\Delta}\xi}{4}\right) - \cot\left(\frac{\sqrt{-\Delta}\xi}{4}\right)\right)}{4\nu}$$

$$G_{18}(\xi) = -\frac{\mu - \frac{\sqrt{-\Delta(P^2-Q^2)} - \sqrt{-\Delta}P\cos\left(\sqrt{-\Delta}\xi\right)}{P\sin\left(\sqrt{-\Delta}\xi\right)+Q}}{2\nu}$$

$$G_{19}(\xi) = -\frac{\mu + \frac{\sqrt{-\Delta(P^2-Q^2)} + \sqrt{-\Delta}P\sin\left(\sqrt{-\Delta}\xi\right)}{P\cos\left(\sqrt{-\Delta}\xi\right)+Q}}{2\nu} \qquad (12)$$

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$$G_{20}(\xi) = -\frac{2\kappa\cos\left(\frac{\sqrt{-\Delta}\xi}{2}\right)}{\mu\cosh\left(\frac{\sqrt{-\Delta}\xi}{2}\right)+\sqrt{-\Delta}\sin\left(\frac{\sqrt{-\Delta}\xi}{2}\right)}$$

$$G_{21}(\xi) = \frac{2\kappa\sin\left(\frac{\sqrt{-\Delta}\xi}{2}\right)}{\sqrt{-\Delta}\cos\left(\frac{\sqrt{-\Delta}\xi}{2}\right)-\mu\sin\left(\frac{\sqrt{-\Delta}\xi}{2}\right)}$$

$$G_{22}(\xi) = -\frac{2\kappa\cos\left(\sqrt{-\Delta}\xi\right)}{\mu\cosh\left(\sqrt{-\Delta}\xi\right)+\sqrt{-\Delta}\sin\left(\sqrt{-\Delta}\xi\right)+i\sqrt{-\Delta}}$$

$$G_{23}(\xi) = \frac{2\kappa\sin\left(\sqrt{-\Delta}\xi\right)}{-\mu\sin\left(\sqrt{-\Delta}\xi\right)+\sqrt{-\Delta}\cos\left(\sqrt{-\Delta}\xi\right)+\sqrt{-\Delta}}$$

$$G_{24}(\xi) = \frac{4\kappa\sin\left(\frac{\sqrt{-\Delta}\xi}{4}\right)\cos\left(\frac{\sqrt{-\Delta}\xi}{4}\right)}{-2\mu\sin\left(\frac{\sqrt{-\Delta}\xi}{4}\right)\cos\left(\frac{\sqrt{-\Delta}\xi}{4}\right)+2\sqrt{-\Delta}\cos^2\left(\frac{\sqrt{-\Delta}\xi}{4}\right)-\sqrt{-\Delta}}$$

If $\kappa = 0, \mu\nu \neq 0$

$$\begin{aligned} G_{25}(\xi) &= -\frac{\mu\nu}{\nu(c-\sinh(\mu\xi)+\cosh(\mu\xi))} \\ G_{26}(\xi) &= -\frac{\mu(\sinh(\mu\xi)+\cosh(\mu\xi))}{\nu(c+\sinh(\mu\xi)+\cosh(\mu\xi))} \end{aligned} \tag{13}$$

If $\kappa = 0, \mu = 0$ and $\nu \neq 0$

$$G_{27}(\xi) = -\frac{1}{c_1+\nu\xi}. \tag{14}$$

where c_1 is an arbitrary constant. The all solutions can be derived using (10) and (11) − (1114) in (7).

3. SOLUTIONS AND GRAPHICAL REPRESENTATION

This section of the research presents the some selected solutions which are pointed in previous section and their graphically descriptions using suitable values for the arbitrary parameters. For Fig 1 is presents the solutions $\phi_1(x,t)$ and $\phi_5(x,t)$ as

$$\begin{aligned} \phi_1(x,t) &= \frac{3\alpha c^2(\mu^2-4\kappa\nu)\operatorname{sech}^2\left(\frac{1}{2}\sqrt{\mu^2-4\kappa\nu}\left(-\frac{\sqrt{\alpha}cx}{\sqrt{c^2(\mu^2-4\kappa\nu)+1}}-cct\right)\right)}{2\left(\beta+\beta c^2(\mu^2-4\kappa\nu)\right)} \\ \phi_5(x,t) &= -\frac{3\alpha c^2(\mu^2-4\kappa\nu)\operatorname{csch}^2\left(\frac{1}{2}\sqrt{\mu^2-4\kappa\nu}\left(-\frac{\sqrt{\alpha}cx}{\sqrt{cc^2(\mu^2-4\kappa\nu)+1}}-ct\right)\right)}{2\left(\beta+\beta c^2(\mu^2-4\kappa\nu)\right)} \end{aligned} \tag{15}$$

The parameters are assigned as $c = 0.5$, $\mu = 1.8$, $\kappa = 0.2$, $\nu = 0.9$ and $\alpha = \beta = 1$. The solution area is selected as $[0,5] \times [0,5]$ in Fig1. For Fig 2 is presents the solutions $\phi_{13}(x,t)$ and $\phi_{15}(x,t)$ as

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$$\phi_{13}(x,t)=\frac{3\alpha c^2(\mu^2-4\kappa\nu)\sec^2\left(\frac{1}{2}\sqrt{4\kappa\nu-\mu^2}\left(-\frac{\sqrt{\alpha}cx}{\sqrt{cc^2(\mu^2-4\kappa\nu)+1}}-ct\right)\right)}{2(\beta+\beta c^2(\mu^2-4\kappa\nu))}$$

$$\phi_{15}(x,t)=-\frac{3\alpha cc^2(\mu^2-4\kappa\nu)}{\beta(cc^2(\mu^2-4\kappa\nu)+1)\left(\sin\left(\sqrt{4\kappa\nu-\mu^2}\left(-\frac{\sqrt{\alpha}cx}{\sqrt{c^2(\mu^2-4\kappa\nu)+1}}-ct\right)\right)-1\right)} \tag{16}$$

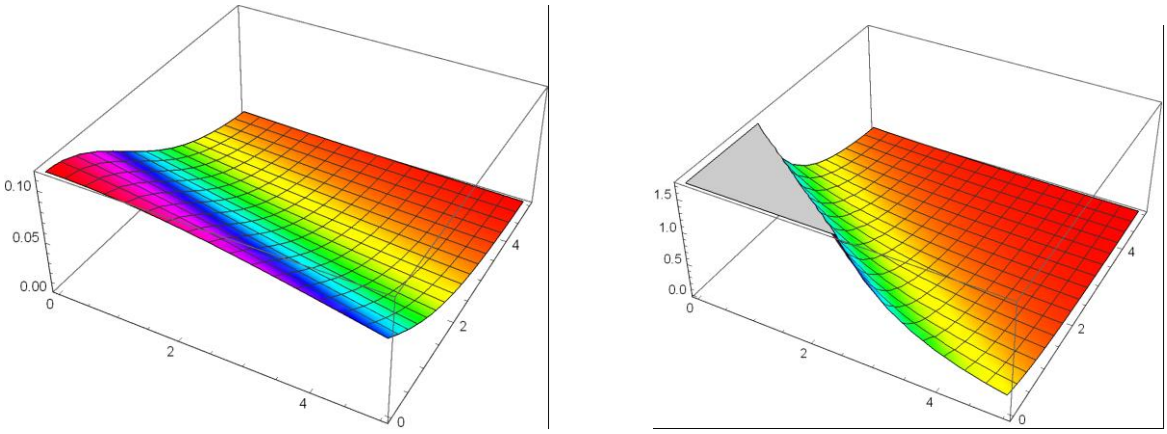
The parameters are assigned as $c=0.5$, $\mu=01.8$, $\kappa=1.2$, $\nu=1.9$, $P=1.9$, $Q=0.9$ and $\alpha=\beta=1$. The solution area is selected as $[0,5]\times[0,5]$ in Fig 2. And lastly, the parameters are selected as $c=0.5$, $\mu=0.8$, $\kappa=1.2$, $\nu=1.9$, $P=0.9$, $Q=0.1$ and $\alpha=\beta=1$ for same solution area and the solutions $\phi_{20}(x,t)$ and $\phi_{22}(x,t)$ are depicted in Fig 3;

$$\phi_{20}(x,t)=\frac{6\alpha c^2\kappa\nu}{\beta+\beta c^2(\mu^2-4\kappa\nu)}\times$$
$$\left(-\frac{4\kappa\nu\cos^2\left(\frac{1}{2}\sqrt{4\kappa\nu-\mu^2}\left(-\frac{\sqrt{\alpha}cx}{\sqrt{c^2(\mu^2-4\kappa\nu)+1}}-ct\right)\right)}{\left(\sqrt{4\kappa\nu-\mu^2}\sin\left(\frac{1}{2}\sqrt{4\kappa\nu-\mu^2}\left(-\frac{\sqrt{\alpha}cx}{\sqrt{c^2(\mu^2-4\kappa\nu)+1}}-ct\right)\right)+\mu\cosh\left(\frac{1}{2}\sqrt{4\kappa\nu-\mu^2}\left(-\frac{\sqrt{\alpha}cx}{\sqrt{c^2(\mu^2-4\kappa\nu)+1}}-ct\right)\right)\right)^2}-1\right.$$
$$\left.+\frac{2\mu\cos\left(\frac{1}{2}\sqrt{4\kappa\nu-\mu^2}\left(-\frac{\sqrt{\alpha}cx}{\sqrt{c^2(\mu^2-4\kappa\nu)+1}}-ct\right)\right)}{\sqrt{4\kappa\nu-\mu^2}\sin\left(\frac{1}{2}\sqrt{4\kappa\nu-\mu^2}\left(-\frac{\sqrt{\alpha}cx}{\sqrt{c^2(\mu^2-4\kappa\nu)+1}}-ct\right)\right)+\mu\cosh\left(\frac{1}{2}\sqrt{4\kappa\nu-\mu^2}\left(-\frac{\sqrt{\alpha}cx}{\sqrt{c^2(\mu^2-4\kappa\nu)+1}}-ct\right)\right)}\right)$$

$$\phi_{22}(x,t)=\frac{6\alpha c^2\kappa\nu}{\beta+\beta c^2(\mu^2-4\kappa\nu)}\times$$
$$\left(-1-\frac{4\kappa\nu\cos^2\left(\sqrt{4\kappa\nu-\mu^2}\left(-\frac{\sqrt{\alpha}cx}{\sqrt{c^2(\mu^2-4\kappa\nu)+1}}-ct\right)\right)}{\left(\mu\cosh\left(\sqrt{4\kappa\nu-\mu^2}\left(-\frac{\sqrt{\alpha}cx}{\sqrt{c^2(\mu^2-4\kappa\nu)+1}}-ct\right)\right)+\sqrt{4\kappa\nu-\mu^2}\left(\sin\left(\sqrt{4\kappa\nu-\mu^2}\left(-\frac{\sqrt{\alpha}cx}{\sqrt{c^2(\mu^2-4\kappa\nu)+1}}-ct\right)\right)+i\right)\right)^2}\right.$$
$$\left.+\frac{2\mu\cos\left(\sqrt{4\kappa\nu-\mu^2}\left(-\frac{\sqrt{\alpha}cx}{\sqrt{c^2(\mu^2-4\kappa\nu)+1}}-ct\right)\right)}{\mu\cosh\left(\sqrt{4\kappa\nu-\mu^2}\left(-\frac{\sqrt{\alpha}cx}{\sqrt{c^2(\mu^2-4\kappa\nu)+1}}-ct\right)\right)+\sqrt{4\kappa\nu-\mu^2}\left(\sin\left(\sqrt{4\kappa\nu-\mu^2}\left(-\frac{\sqrt{\alpha}cx}{\sqrt{c^2(\mu^2-4\kappa\nu)+1}}-ct\right)\right)+i\right)}\right)$$

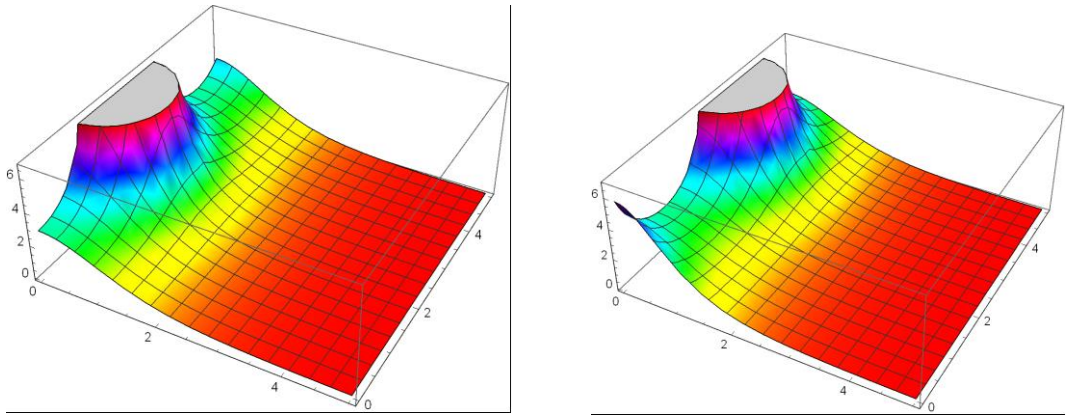
(17)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



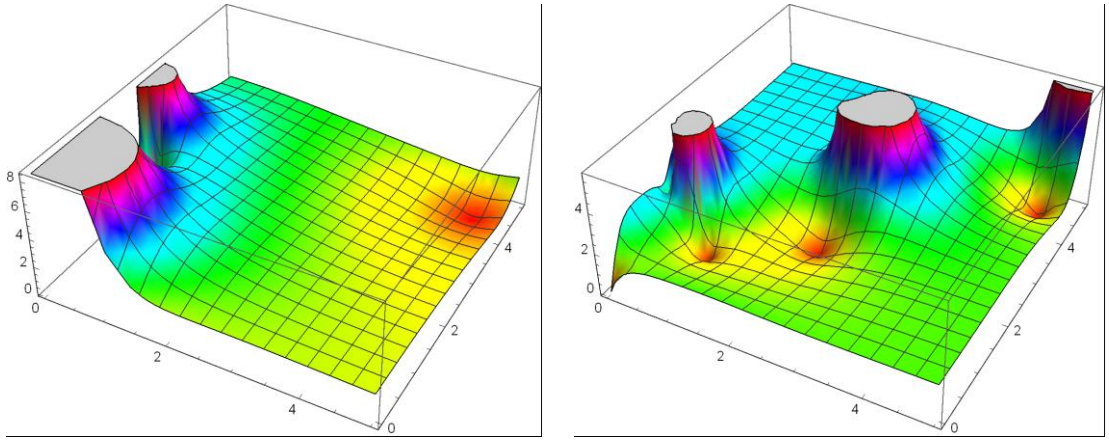
$[u_1(x,t)]$ $[u_5(x,t)]$

Figure 1: 3D graphs of solutions $u_1(x,t)$ and $u_5(x,t)$



$[u_{13}(x,t)]$ $[u_{15}(x,t)]$

Figure 2: 3D graphs of solutions $u_{13}(x,t)$ and $u_{15}(x,t)$



$[u_{20}(x,t)]$ $[u_{22}(x,t)]$

Figure 3: 3D graphs of solutions $u_{20}(x,t)$ and $u_{22}(x,t)$

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

4. CONCLUSION

This research investigates the solutions of Lonngren-wave equation. The generalized Riccati equation mapping method is used to obtain solutions for the model presented. Through the investigation, the solutions of sub equation $G'(\xi) = \kappa + \mu G(\xi) + \nu G^2(\xi)$ are used to construct new solutions. Graphical recreations to demonstrate the dynamic characteristics of some solutions are visualized through three-dimensional graphs. Additionally, Mathematica program is used for application of the method, to demonstrate the graphical behaviour and affirm that our solutions were accurate.

REFERENCES

[1] M. J. Ablowitz, P. A. Clarkson, *Solitons, Nonlinear Evolution Equations and Inverse Scattering*, 1991, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

[2] K. A. Gepreel, A. R. Shehata, Jacobi elliptic solutions for nonlinear differential difference equations in mathematical physics, Journal of Applied Mathematics. (2012) 2012, 15, 710375, 2898084, ZBL1244.39004.

[3] A. A. Soliman, H. A. Abdo, New exact solutions of nonlinear variants of the RLW, and PHI-four and Boussinesq equations based on modified extended direct algebraic method, International Journal of Nonlinear Science,2009, 7.3, 274–282, 2538454.

[4] W. Hereman , et al., Exact solitary wave solutions of nonlinear evolution and wave equations using a direct algebraic method, Journal of Physics A: Mathematical and General, 1986, 19.5 : 607.

[5] E. Yomba, The modified extended Fan sub-equation method and its application to the (2+1)-dimensional Broer–Kaup–Kupershmidt equation, Chaos, Solitons & Fractals,2006, 27.1: 187-196.

[6] N. Shahid, Naveed, et al, Dynamical study of groundwater systems using the new auxiliary equation method, Results in Physics,2024, 58: 107444.

[7] H.H. Hussein, H. M. Ahmed, W. Alexan, Analytical soliton solutions for cubic-quartic perturbations of the Lakshmanan-Porsezian-Daniel equation using the modified extended tanh function method, Ain Shams Engineering Journal,2024, 15.3: 102513.

[8] M. Sharma, R. K. Gupta, Exact solutions of Benjamin-Bona-Mahoney-Burgers equation with dual power-law nonlinearity by modified exp-function method, Contemporary Mathematics, 2024: 199-208.

[9] A. Farooq, M. I. Khan, W. X. Ma, Exact solutions for the improved mKdv equation with conformable derivative by using the Jacobi elliptic function expansion method, Optical and Quantum Electronics,2024, 56.4: 542.

[10] K. E. Lonngren, H. C. S. Hsuan , W. F. Ames , On the soliton, invariant, and shock solutions of a fourth-order nonlinear equation. Journal of Mathematical Analysis and Applications,1975, 52(3), 538–545.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[11] M. M. Roshid, M. Rahman, M. Bashar, M. H., Hossain, M. A. Mannaf, Dynamical simulation of wave solutions for the M-fractional Lonngren-wave equation using two distinct methods. Alexandria Engineering Journal, 2023,81, 460-468.

[12] Ş. Akçağıl, T. Aydemir, Comparison between the (G'/G)-expansion method and the modified extended tanh method. Open Physics, 2016,14(1), 88–94.

[13] M. M. AlBaidani, U. Ali, A. H. Ganie, Nonlinear fractional-order differential equations: New closed-form traveling-wave solutions, Open Physics, 2024,22.1 : 20230192.

[14] M. Y. T. Lephoko, C. M. Khalique, A Study of The Exact Solutions and Conservation Laws of The Classical Lonngren Wave Equation for Communication Signals, Malaysian Journal of Mathematical Sciences 2024,18.2

[15] I. S. Hamad, K. K. Ali, Investigation of Brownian motion in stochastic Schrödinger wave equation using the modified generalized Riccati equation mapping method, Optical and Quantum Electronics,2024, 56.6 : 1-23.

[16] Zhu, Shun-dong. "The generalizing Riccati equation mapping method in non-linear evolution equation: application to (2+ 1)-dimensional Boiti–Leon–Pempinelle equation." Chaos, Solitons & Fractals, 2008,37.5: 1335-1342.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

APPLICATION OF PICK'S THEOREM TO DELAUNAY TRIANGLES AND VORONOI POLYGONS

M. Mustafa BEYDAĞI

Inonu University, Faculty of Arts and Sciences, mbeydagi23@gmail.com – ORCID ID: 0000-0002-3553-1173

ABSTRACT

In this study, Delaunay triangles and Voronoi polygons obtained from these triangles has been examined. Delaunay triangles were drawn by randomly selecting a certain number of points and connecting each point with its two closest neighbors. The corners of the triangles formed at this stage if no other selected point is included in a circle passing through the points attention has been paid. The edge middle of each side of all resulting Delaunay triangles is Voronoi polygons were obtained by drawing and combining the perpendiculars. Voronoi polygons once the edges were made clear, a Voronoi diagram of the points we selected was created. On a square plane consisting of points, the corners of which are formed by points on this plane Pick's theorem is used to calculate the areas of polygons and Delaunay triangles and the Delaunay polygon surrounding the triangles is Voronoi polygon obtained from the Delaunay triangles. It has been noticed that the areas of polygons can be found. Randomly selected points are unit squared Delaunay triangles obtained provided that they are at the corners of the plane and the surrounding the area of the Delaunay polygon was found by Pick's theorem. Then, the areas of Voronoi polygons obtained from Delaunay triangles were approximately calculated.

Key Words: Delaunay triangles, Voronoi polygons, Pick Theorem.

1. INTRODUCTION

From the points Delaunay triangles, from Delaunay triangles Voronoi polygons and from there the formation of Voronoi diagrams and their similarities with many structures in nature contribute to this subject. It made us work. Geometric patterns on dragonfly wings and giraffe skin the patterns and Voronoi polygons are similar.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

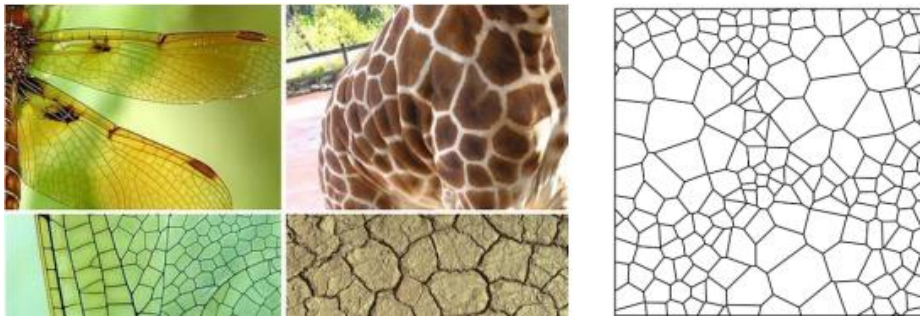


Figure 1. Voronoi diagrams. (Camilla, 2018)

Delaunay triangles were created by Boris Delaunay in 1934. place in plane the triangle formed by connecting each point with its two nearest neighboring points in a finite set of points is called the Delaunay triangle.

Obtaining Delaunay triangles in this process, circles are chosen to pass through three points and not contain any other points; Each of the triangles belonging to the points on these circles is a Delaunay triangle.(Yağcı et al., 2008). By combining the middle perpendiculars of the created Delaunay triangle Voronoi polygons are obtained.

Any point in a cluster with a certain number of points on the plane Voronoi polygon of that point instead of the geometric of points that are closer than other points it is called (Vassilev and Eades, 2013). The Voronoi diagram of that cluster is formed by combining the Voronoi polygons of all points (Çalış, 2019).

Austrian mathematician Georg Alexander Pick defined Pick's Theorem in 1899. It has been shown that the area of the desired polygon can be found. With this method, a square consisting of dots is created areas of polygons on a plane whose vertices consist of points on this plane is calculated. Pick's Theorem,

$$A = \frac{P}{2} + N - 1$$

it provides finding the area with the formula. Here; P is the symbol that falls on the edges of the polygon we drew, N represents the number of points inside the polygon (Varberg, 1985).

In this study, Delaunay triangles and surrounding Delaunay triangles obtained by using Pick's theorem provided that randomly selected points are chosen from the corners of the unit square plane the area of the polygon will be found.

Then, the corner points of the Voronoi polygons obtained from the drawn Delaunay triangles will coincide with the corner points of the unit square plane. Their areas will be calculated approximately by shifting them as follows.

2. APPLICATION OF PİCK'S THEOREM TO DELAUNAY TRIANGLES AND VORONOI POLYGONS

1.In the finite set of points on the plane, each point has two nearest neighbors the triangle formed by connecting points and points is called Delaunay triangle. Delaunay triangles to obtain it, circles are drawn to pass through three points and not contain any other points. Each of the triangles belonging to the points on these circles is a Delaunay triangle (Yağcı et al., 2008).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

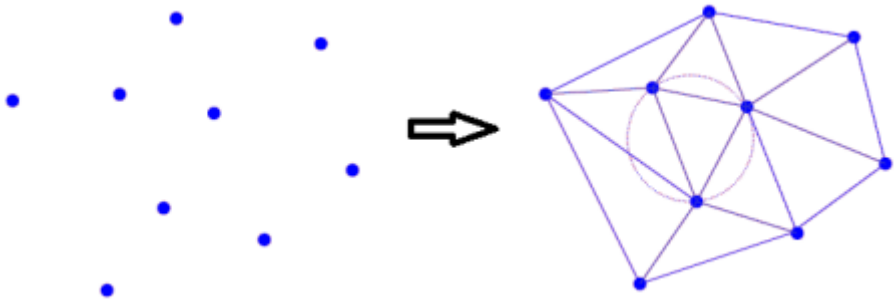


Figure 2. Delaunay triangles. (Mirzaian, 2019)

Polygons formed by the outermost edges of Delaunay triangles, or in other words, the polygons surrounding Delaunay triangles will be called Delaunay polygons.

2.Any point in a cluster with a certain number of points on the plane the geometric location of points that are closer than other points is called the Voronoi polygon of that point. (Vassilev and Eades, 2013). The origin of this method dates back to the 17th century. In his drawings, Rene Descartes showed space by dividing it into convex regions with stars in the center. Dirichlet (1850) and Georgy Voronoi (1908) were the first scientists to describe this structure (Özbek, 2010). When Delaunay triangles are drawn, a Voronoi polygon with the same number of sides surrounding that point is formed as many line segments emerge from a point.

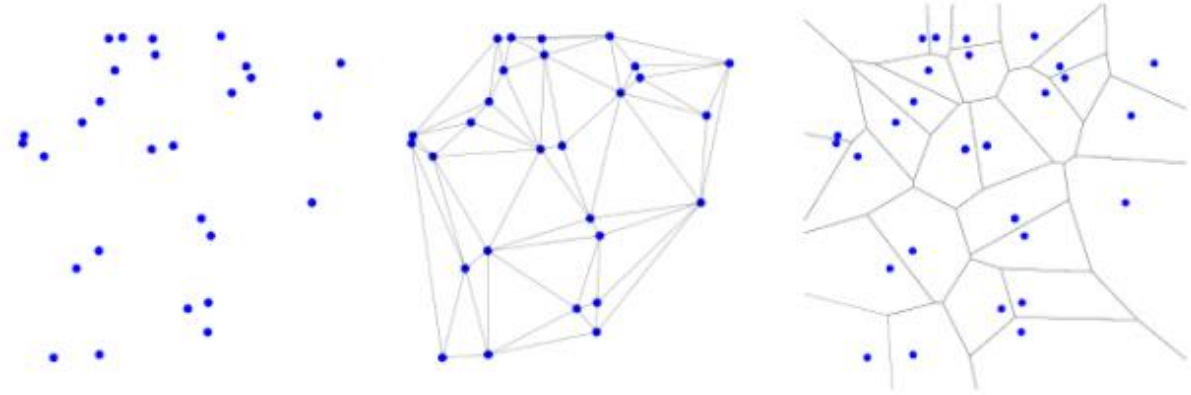


Figure 3. Points, Delaunay triangles and Voronoi diagrams. (Eldawy, 2015)

3.The image in Figure 4 will illustrate the formation of the Voronoi diagram. Delaunay triangles are formed by connecting each point with the two closest neighboring points to it. No other point must be inside a circle that will pass through the corner points of the triangles formed. The triangles formed in order for it to pass through the corner points, no other points must be inside a circle. The middle perpendiculars of each side of all resulting Delaunay triangles are drawn and combined. In this way, Voronoi polygons are obtained. When the edges of the Voronoi polygons are made clear, the Voronoi diagram of the points we select is obtained.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

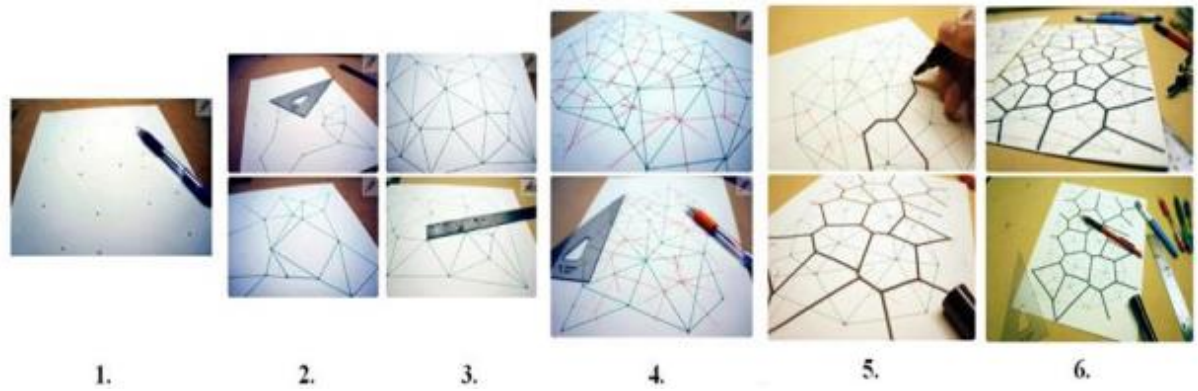


Figure 4. Drawing of the Voronoi diagram. (ConcatLab, 2016)

4.Voronoi diagrams are used in astronomy studies and in the analysis of planetary surfaces. in creating maps, structuring artificial neural networks, three-dimensional the route to be followed in modelling, surface mesh production and robot applications (Yağcı et al., 2008), in the planning of roads, in biology, some plants and it is used in the structure of animals and modeling of cells. (Toma, 2010).



Figure 5. Voronoi diagrams in nature and art.

5. Austrian mathematician Georg Alexander Pick defined Pick's Theorem in 1899.
It has been shown that the area of the desired polygon can be found. With this method, the areas of polygons whose corners consist of points on this plane are calculated on a square plane consisting of points. Pick's Theorem,

$$A = \frac{P}{2} + N - 1$$

It provides finding the area with the formula. Here; P represents the number of points on the edges of the polygon we have drawn, and N represents the number of points inside the polygon (Varberg, 1985).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

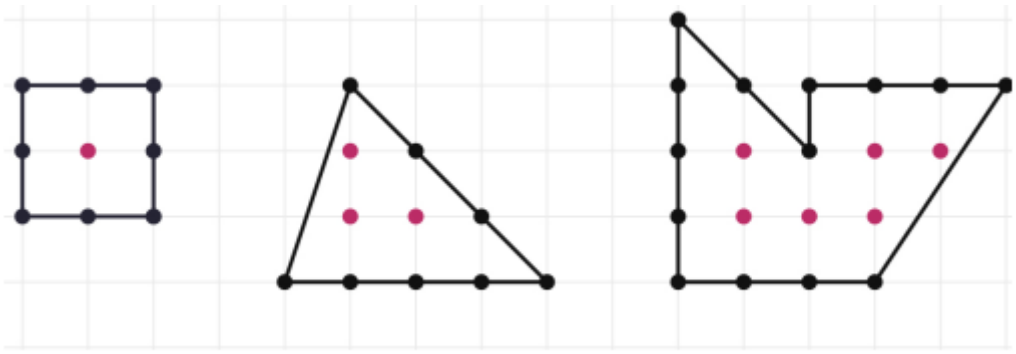


Figure 6. Geometric shapes whose area can be calculated using Pick's theorem on a unit square plane.

In the first figure above, for $P = 8$ and $N = 1$, $A = \frac{8}{2} + 1 - 1 = 4$

In the second figure, for $P = 8$ and $N = 3$, $A = \frac{8}{2} + 3 - 1 = 6$

In the third figure, for $P = 14$ and $N = 6$, $A = \frac{14}{2} + 6 - 1 = 12$

6. Using Pick's theorem, the area of the Delaunay triangles obtained and the Delaunay polygon surrounding the triangles will be found, provided that randomly selected points are chosen from the corners of the unit square plane.
The corner points of the Voronoi polygons will be shifted to coincide with the corner points of the unit square plane as much as possible, and their areas will be approximately calculated.

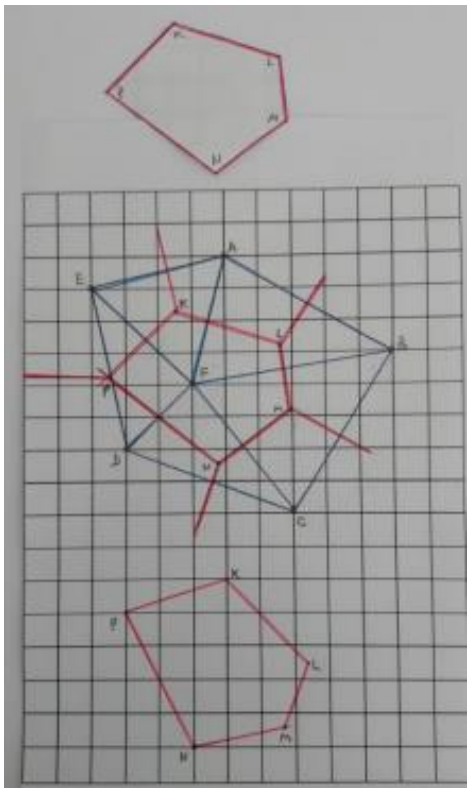


Figure 7. Delaunay triangles and Voronoi polygon drawn with 6 selected points.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

In Figure 7, areas will be calculated using Pick's theorem for Delaunay triangles and Voronoi polygons drawn with 6 points selected from the corners of the unit squares on unit square paper.

Area of triangle ABF for $P = 3$ and $N = 11$, $A = \frac{3}{2} + 11 - 1 = \frac{23}{2}$

Area of triangle AEF for $P = 5$ and $N = 6$, $A = \frac{5}{2} + 6 - 1 = \frac{15}{2}$

Area of triangle DEF for $P = 6$ and $N = 4$, $A = \frac{6}{2} + 4 - 1 = \frac{12}{2}$

Area of triangle CDF for $P = 4$ and $N = 6$, $A = \frac{4}{2} + 6 - 1 = \frac{14}{2}$

Area of triangle BCF for $P = 3$ and $N = 13$, $A = \frac{3}{2} + 13 - 1 = \frac{27}{2}$

Total of areas= $\frac{23}{2} + \frac{15}{2} + \frac{12}{2} + \frac{14}{2} + \frac{27}{2} = \frac{91}{2}$

Area of delanay polygons surrounding delanay triangles, $P = 5$ and $N = 44$,
$A = \frac{5}{2} + 44 - 1 = \frac{91}{2}$
Approximate area of the KLMNP Voronoi polygon, $P = 5$ and $N = 14$,
$A = \frac{5}{2} + 14 - 1 = \frac{31}{2}$

2. CONCLUSIONS

1.A visually rich, easily understandable and original structure was created with geometric concepts.
2. We defined Delaunay triangles, Voronoi polygons, and Voronoi diagrams. Drawing
We made drawings using the rules.
3.To create a Voronoi diagram, we expressed an easily understandable summary of the drawing, starting from points on a visual.
4. We showed the real-life connections of mathematics by expressing the areas where Voronoi diagrams correspond.
5. We expressed Pick's theorem and implemented it with examples.
6. Using Pick's theorem, we found the area of the Delaunay triangles and the surrounding Delaunay polygon, provided that randomly selected points are chosen from the corners of the unit square plane, then we approximately calculated the areas of the Voronoi polygons obtained from the drawn Delaunay triangles.
7. We called the polygons surrounding Delaunay triangles Delaunay polygons.

3. REFERENCES

[1] Camilla, C. (2018), Voronoi Diagram Knowledge Analysis: In nature. https://teamhoudini.wordpress.com/2018/12/06/camilla-voronoi-diagram-knowledge-analysis-in-nature/

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[2] ConcatLab (2016). Hand-Drawn Voronoi Diagrams. https://www.instructables.com/id/Hand-Drawn-Voronoi-Diagrams/

[3] Çalış, C. (2019). Taksi Düzlemde Voronoi Diyagramları Üzerine (Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, 2019).

[4] Eldawy, A. (2015). Voronoi diagram and Dealunay triangulation construction of Big Spatial Data using SpatialHadoop. http://aseldawy.blogspot.com/2015/12/voronoi-diagram-and-dealunay.html

[5] Mirzaian, A. (2019). Voronoi Diagrams and Delaunay Triangulation. http://user.ceng.metu.edu.tr/~tcan/ceng570_s1617/Schedule/week9.pdf

[6] Özbek, B. (2010). İki ve Üç Boyutlu Cisimlerin Voronoi Diyagramlarının Çıkarılması ve Delaunay Mozaiklemesinin Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi.

[7] Toma, L. (2010). Computational Geometry [csci 3250]. Bowdoin College, Maine.

[8] Varberg, D.E. (1985). Pick's Theorem Revisited, The American Mathematical Monthly Vol.92, No. 8, pp. 584-587.

[9] Vassilev, S. ve B. Eades (2013). Generalizations of the Voronoi Diagram. İn: American Journal of Computational and Applied Mathematics, pp. 91–96.

[10] Yağcı, E. Engin, Ş. N., Esat, I. (2008). YSA'ların Voronoi Diyagramıyla Yapılandırılması. ELECO'08 Elektrik – Elektronik – Bilgisayar Sempozyumu.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ON SOME 3-NETS IN ALPHA AND BETA PLANES OF KLEIN QUADRIC

Münevvere Mine KARAKAYA
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
mine.zumruttas@gmail.com -0000-0003-1517-3409

Prof.Dr.Ziya AKÇA
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,
zakca@ogu.edu.tr - 0000-0001-6379-0546

ABSTRACT

In this paper, we investigate the structure of 3-nets within Alpha planes of Klein quadric. We introduce a regular quadrangle in an Alpha plane, where the set of points X and lines A associated with the quadrangle form a 3-net, demonstrating the relationship between these geometric configurations. We formalize a 3-net structure by considering a set X of points and a set A of 6 lines, partitioned into 3 subsets, within an Alpha plane.

Keywords: Klein quadric, Projective space, 3-nets,

1. INTRODUCTION

The Klein quadric is a pivotal construct in projective geometry, serving as a link between the three-dimensional projective space $PG(3,q)$ and the five-dimensional projective space $PG(5,q)$. Through the Klein transformation, the fundamental geometric elements of $PG(3,q)$—points, lines, and planes—are mapped into $PG(5,q)$ as Alpha planes, points, and Beta planes, respectively. The image of this transformation forms a quadric surface in $PG(5,q)$, known as the Klein quadric. This quadric encapsulates the Grassmannian of lines in $PG(3,q)$ and plays a central role in understanding the relationships among these geometric entities.

Within the Klein quadric, a rich internal structure emerges, consisting of precisely 15 Alpha planes and 15 Beta planes. The Alpha planes correspond to points in $PG(3,q)$, while the Beta planes are associated with planes in $PG(3,q)$. These planes not only reflect the symmetries inherent in the Klein quadric but also provide fertile ground for exploring intricate combinatorial and geometric configurations.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

In this study, we focus on the investigation of 3-nets within the Alpha planes of the Klein quadric. A 3-net is a geometric-combinatorial structure composed of three families of lines that intersect each other in a highly structured and symmetric manner. These configurations, significant in the study of incidence geometry and combinatorics, have previously been examined in various contexts, but their manifestation within the Alpha planes of the Klein quadric remains an unexplored domain.

Arcs in projective planes and their connections to Fano planes have been extensively studied in the literature, providing key insights into combinatorial and geometric structures [1,2,6,7].

Recent research has particularly focused embedding projective planes into higher-dimensional projective spaces [3,5], and the structure of 3-nets embedded in projective planes [4,8].

Definition 1 A projective plane $(P, L, \circ)$ consists of a set P of points, and a set L of subsets of P, called lines, such that every pair of points is contained in exactly one line, every two different lines intersect in exactly one point, and there exist four points, no three of which are collinear.

Definition 2. A 3-net in $PG(2,q)$ is a pair (A,X) where A is a finite set of lines partitioned into 3 +6subsets $A = A_1 \cup A_2 \cup A_3$ and X is a finite set of points subject to the following conditions:

1-For every $i \neq j$ and every $\ell \in A_i$, $\ell' \in A_j$, we have $\ell \cap \ell' \in X$

2-For every $x \in X$ and every i ($i \in \{1, 2, 3\}$) there exists a unique line $\ell \in A_i$ passing through x.

Definition 3. The Klein mapping,

$$\gamma: L \to PG(5,q)$$

assigns to a line of L in P(3; q) the point $(l_{01}, l_{02}, l_{03}, l_{23}, l_{31}, l_{12})$ of $PG(5,q)$ where $(l_{01}, l_{02}, l_{03}, l_{23}, l_{31}, l_{12})$ are the line's Plucker coordinates [9,10].

The lines of projective three-space are, via the Klein mapping, in one-to-one correspondence with points of a hyperbolic quadric of the projective 5-space. The quadric of $PG(5,q)$ denoted by the equation,

$$X_0X_3 + X_1X_4 + X_2X_5 = 0$$

is called the Klein Quadric and is denoted by the symbol H^5.

2. THE ALPHA PLANES

We consider the geometrical structure of the Alpha planes in H^5 and The figure below contains the points and lines of the Alpha plane α_1, which is the image of a chosen point P=(0,0,0,1) in $PG(3,2)$ under the Klein transformation.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

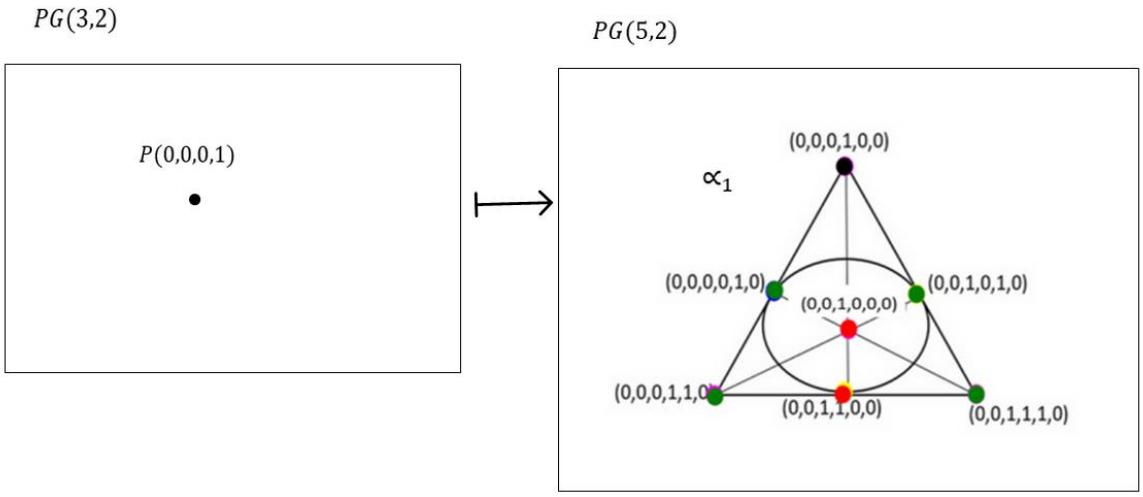


Figure1. The image of the point under Klein transformation is an Alpha plane

The other Alpha planes obtained under the Klein transformation are given in the list below.

$$\alpha_1 := \gamma(N_1 = (0,0,0,1)) = \left\{ \begin{matrix} (0,0,0,1,0,0), (0,0,0,0,1,0), (0,0,0,1,1,0), \\ (0,0,1,0,0,0), (0,0,1,1,0,0), (0,0,1,0,1,0), (0,0,1,1,1,0) \end{matrix} \right\}$$

$$\alpha_2 := \gamma(N_2 = (0,0,1,0)) = \left\{ \begin{matrix} (0,0,0,1,0,0), (0,0,0,0,0,1), (0,0,0,1,0,1), \\ (0,1,0,0,0,0), (0,1,0,1,0,0), (0,1,0,1,0,1), (0,1,0,0,0,1) \end{matrix} \right\}$$

$$\alpha_3 := \gamma(N_3 = (0,0,1,1)) = \left\{ \begin{matrix} (0,0,0,1,0,0), (0,0,0,0,1,1), (0,0,0,1,1,1), \\ (0,1,1,0,0,0), (0,1,1,1,0,0), (0,1,1,0,1,1), (0,1,1,1,1,1) \end{matrix} \right\}$$

$$\alpha_4 := \gamma(N_4 = (0,1,0,0)) = \left\{ \begin{matrix} (0,0,0,0,1,0), (0,0,0,0,0,1), (1,0,0,0,0,0), \\ (0,0,0,0,1,1), (1,0,0,0,1,0), (1,0,0,0,0,1), (1,0,0,0,1,1) \end{matrix} \right\}$$

$$\alpha_5 := \gamma(N_5 = (0,1,0,1)) = \left\{ \begin{matrix} (0,0,0,0,1,0), (0,0,0,1,0,1), (0,0,0,1,1,1), \\ (1,0,1,1,1,1), (1,0,1,0,0,0), (1,0,1,0,1,0), (1,0,1,1,0,1) \end{matrix} \right\}$$

$$\alpha_6 := \gamma(N_6 = (0,1,1,0)) = \left\{ \begin{matrix} (0,0,0,1,1,0), (0,0,0,0,0,1), (0,0,0,1,1,1), \\ (1,1,0,0,0,0), (1,1,0,0,0,1), (1,1,0,1,1,0), (1,1,0,1,1,1) \end{matrix} \right\}$$

$$\alpha_7 := \gamma(N_7 = (0,1,1,1)) = \left\{ \begin{matrix} (0,0,0,1,1,0), (0,0,0,1,0,1), (0,0,0,0,1,1), \\ (1,1,1,0,0,0), (1,1,1,0,1,1), (1,1,1,1,0,1), (1,1,1,1,1,0) \end{matrix} \right\}$$

$$\alpha_8 := \gamma(N_8 = (1,0,0,0)) = \left\{ \begin{matrix} (0,0,1,0,0,0), (0,1,0,0,0,0), (1,0,0,0,0,0), \\ (0,1,1,0,0,0), (1,0,1,0,0,0), (1,1,0,0,0,0), (1,1,1,0,0,0) \end{matrix} \right\}$$

$$\alpha_9 := \gamma(N_9 = (1,0,0,1)) = \left\{ \begin{matrix} (0,0,1,0,0,0), (0,1,1,1,0,0), (0,1,0,1,0,0), \\ (1,0,0,0,1,0), (1,1,1,1,1,0), (1,0,1,0,1,0), (1,1,0,1,1,0) \end{matrix} \right\}$$

$$\alpha_{10} := \gamma(N_{10} = (1,0,1,0)) = \left\{ \begin{matrix} (0,0,1,1,0,0), (0,1,0,0,0,0), (1,0,0,0,0,1), \\ (1,1,1,1,0,1), (0,1,1,1,0,0), (1,0,1,1,0,1), (1,1,0,0,0,1) \end{matrix} \right\}$$

$$\alpha_{11} := \gamma(N_{11} = (1,0,1,1)) = \left\{ \begin{matrix} (0,0,1,1,0,0), (0,1,0,1,0,0), (1,0,0,0,1,1), \\ (0,1,1,0,0,0), (1,0,1,1,1,1), (1,1,0,1,1,1), (1,1,1,0,1,1) \end{matrix} \right\}$$

$$\alpha_{12} := \gamma(N_{12} = (1,1,0,0)) = \left\{ \begin{matrix} (0,0,1,0,1,0), (0,1,0,0,0,1), (1,0,0,0,0,0), \\ (0,1,1,0,1,1), (1,0,1,0,1,0), (1,1,0,0,0,1), (1,1,1,0,1,1) \end{matrix} \right\}$$

$$\alpha_{13} := \gamma(N_{13} = (1,1,0,1)) \left\{ \begin{matrix} (0,0,1,0,1,0), (0,1,0,1,0,1), (1,0,0,0,1,0), \\ (1,0,1,0,0,0), (0,1,1,1,1,1), (1,1,0,1,1,1), (1,1,1,1,0,1) \end{matrix} \right\}$$

$$\alpha_{14} := \gamma(N_{14} = (1,1,1,0)) = \left\{ \begin{matrix} (0,0,1,1,1,0), (0,1,0,0,0,1), (1,0,0,0,0,1), \\ (1,1,0,0,0,0), (0,1,1,1,1,1), (1,0,1,1,1,1), (1,1,1,1,1,0) \end{matrix} \right\}$$

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$$\alpha_{15} := \gamma\left(N_{15} = (1,1,1,1)\right) = \left\{ \begin{matrix} (0,0,1,1,1,0), (0,1,0,1,0,1), (1,0,0,0,1,1), \\ (1,1,1,0,0,0), (0,1,1,0,1,1), (1,1,0,1,1,0), (1,0,1,1,0,1) \end{matrix} \right\}$$

3. SOME 3-NETS IN THE ALPHA AND BETA PLANES

We aim to find examples of 3-nets within the 15 Alpha planes and 15 Beta planes of the hyperbolic Klein quadric obtained via the Klein transformation.

Using the same method, 3-nets can be obtained for each of the other Alpha and Beta planes α_i, β_i, $i = 1,2,3,...,15$.

It is known that a finite projective plane is coordinatized by any quadrangle O, I, U, V (4 points, no three on a line). It is seen that there are Alpha planes containing the regular quadrangle O, I, U, V.

In this section, 3-nets obtaining Alpha planes of H^5 are determined selecting the regular quadrangle O, I, U, V.

Theorem 4. Let $O = (0,0,0,1,1,0)$, $I = (0,0,1,1,1,0)$, $U = (0,0,1,1,1,0)$, and $V = (0,0,0,0,1,0)$ with be a regular quadrangle in Alpha plane α_1. (A, X) in an Alpha plane α_1 is a 3-net where $X = \{O, I, U, V\}$ is the set of points and $A = \{d_1 = OU, d_2 = OI, d_3 = OV, d_4 = IU, d_5 = IV, d_6 = UV\}$ is the set of lines.

Proof. An Alpha plane α_1 obtained from the completion of the regular quadrangle O, I, U, V in H^5 is the system $(P, L, \circ)$ whose the set of points is

$$P = \{1 := O,\ 2 := I,\ 3 := U,\ 4 := V,\ 5 := (0,0,0,1,0,0),\ 6 := (0,0,1,0,0,0),\ 7 := (0,0,1,1,0,0)\},$$

the set of lines is $L = \{d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, d_7\}$ and the relationship on which it exists is given in the table below:

$\circ$	1	2	3	4	5	6	7
d_1	1	0	0	1	1	0	0
d_2	1	1	0	0	0	0	1
d_3	1	0	1	0	0	1	0
d_4	0	1	1	0	1	0	0
d_5	0	0	1	1	0	0	1
d_6	0	1	0	1	1	1	0
d_7	0	0	0	0	1	1	1

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

It is well known that from a projective plane of order *n*, affine planes of the same order are obtained as many as the total number of lines. To do this, an Alpha plane is found by removing any line from the line set *L* and the points on it.

We will obtain 3-nets from these Alpha plane. But, We give the proof for only one line and the points on it. Other 3-nets can be found in a similar way.

If the line d_7 and the points 5,6,7 on it are removed from the Alpha plane $\alpha_1 = (P, L, \circ)$ given above, the points, lines and structure of the affine plane $(P', L', \circ')$ obtained are as follows:

The set of points is $P' = \{1 = O,\ 2 = I,\ 3 = U,\ 4 = V\}$, the set of lines is $L' = \{ d_1' = \langle O,U \rangle,\ d_2' = \langle O,I \rangle,\ d_3' = \langle O,V \rangle,\ d_4' = \langle I,U \rangle,\ d_5' = \langle I,V \rangle,\ d_6' = \langle U,V \rangle\}$, and the incidence relation is

$\circ'$	1	2	3	4
d_1'	1	0	0	1
d_2'	1	1	0	0
d_3'	1	0	1	0
d_4'	0	1	1	0
d_5'	0	0	1	1
d_6'	0	1	0	1

If *X* is the set of points and *A* is the set of lines given below, then (*A*, *X*) is a 3-net in H^5.

The set of lines *A* is divided into three subsets, with 2 lines in each. Moreover, from any point selected from the set of points *X*, only one line passes through each of the subsets *A*i, whose unions are the set of the lines *A*. Since this geometric structure is finite, the following configurations for each point can be easily obtained.

$X = \{1 = (0,0,0,1,1,0),\ 2 = (0,0,1,0,1,0),\ 3 = (0,0,1,1,1,0),\ 4 = (0,0,0,0,1,0)\}$ and

$A = A_1 \cup A_2 \cup A_3 = \{d_1', d_4'\} \cup \{d_2', d_5'\} \cap \{d_3', d_6'\}$.

If the selected point is $(0,0,0,1,1,0)$, the set of three lines passing through this point is obtained as follows:

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

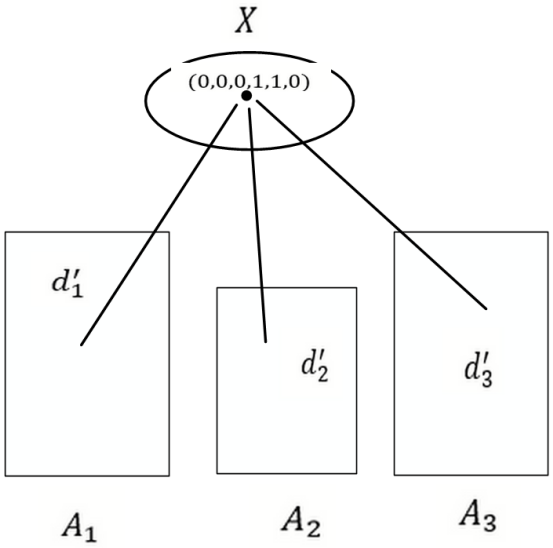


Figure 2. The lines passing through the point from different sets A_i.

As in this case, for each point in the set of points X, the lines d'_i passing through the point from different sets A_i, i=1,2,3, excluding the point itself, are obtained as follows table:

∘ ’	1	2	3	4
$d_1^{'}$	1	0	0	1
$d_2^{'}$	1	1	0	0
$d_3^{'}$	1	0	1	0
$d_4^{'}$	0	1	1	0
$d_5^{'}$	0	0	1	1
$d_6^{'}$	0	1	0	1

The lines passing through the point $(0,0,0,1,1,0)$ are $d_1^{'}$, $d_2^{'}$ and $d_3^{'}$.

The lines passing the point $(0,0,1,0,1,0)$ are $d_3^{'}$, $d_4^{'}$, and $d_5^{'}$.

The lines passing through the point $(0,0,1,1,1,0)$ are through $d_2^{'}$, $d_4^{'}$ and $d_6^{'}$,

The lines passing through the point $(0,0,0,0,1,0)$ are $d_1^{'}$, $d_5^{'}$ and $d_6^{'}$.

Corollary 5. It is well known that for each selected Alpha plane in H^5, seven affine planes are obtained from this plane. Therefore, seven 3-nets are obtained from an alpha plane that we gave as in the theorem. Moreover, hundred and fifteen 3-nets are obtained from fifteen alpha planes.

Through the Klein transformation, the fundamental geometric elements of —points, lines, and planes—are mapped into as Alpha planes, points, and Beta planes, respectively.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Therefore, since a similar statement and proof for Beta-planes in Klein quadriccan easily be constructed as in Theorem 4, we will suffice to present the following corollary.

Corollary 6. It is well known that for each selected Beta plane in H^5, seven affine planes are obtained from this plane. Therefore, seven 3-nets are obtained from a Beta plane that we gave as in the theorem 4. Moreover, hundred and fifteen 3-nets are obtained from fifteen Beta planes.

4. CONCLUSION

In this study, we focused on constructing 3-nets from Alpha and Beta planes within projective planes in H^5, building on the well-established method of obtaining 3-nets from affine planes.

Author contributions. All the co-authors have contributed equally to aspects of the preparation of this submission.

Conflict of interest statement. The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Data availability. No data were used in the research described in the article.

REFERENCES

[1] Akça Z, Ekmekçi S, and Bayar A. On Fano Configurations of the Left Hall Plane of order 9, Konuralp Journal of Mathematics, 4- 2: 124–131, 2016.

[2] Bayar A, Akça Z, Altintaş Kahriman E, and Ekmekçi S. On the complete arcs containing the quadrangles constructing the Fano planes of the left near field plane of order 9, New Trends in Mathematical Sciences, 4- 4: 266–275, 2016.

[3] Bayar A, Akça Z, Ekmekçi S. On Embedding the Projective Plane PG(2,4) to the Projective Space P(4,4). New Trends in Mathematical Sciences, 10- 4: 142–150, 2022.

[4] Blokhuis A, Korchmáros G, Mazzocca F. On the structure of 3-nets embedded in a projective plane. Journal of Combinatorial Theory, Series A, 118: 4, 1228-1238, 2011.

[5] Ekmekçi S, Bayar A, Akça Z. On The Projective Planes in Projective Space PG(4,4). Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 38- 3: 519–524, 2022.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[6] Ekmekçi S, Bayar A, Altintaş Kahriman E, Akça Z. On the Complete (k,2)- arcs of the Hall plane of order 9. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, 6-10: 282–288, 2016.

[7] Ekmekçi S, Akça Z, Keskin H, and Bayar A. "Designing a Software Application for Fibered Fano Planes, International Journal of Mathematics and Statistics Invention (IJMSI), 5-1: 32–35, 2017.

[8] Nagy Gábor P, Pace N. On small 3-nets embedded in a projective plane over a field. Journal of Combinatorial Theory, Series A, 120-7:, 1632-1641, 2013.

[9] Klein F. Uber die Transformation der allgemeinen Gleichung des zweiten Grades zwischen

Linien-Koordinaten auf eine kanonische, Form Math., 1868; 539-578.

[10] Plucker J. On a New Geometry of Space, Philosophical Transactions of the Royal Society of

London, 1865; 155: 725-791.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ON LINE PARTITIONS OF SOME CONFIGURATIONS IN THE HALL PLANE

Göknur TEPE
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
goknurtepe@outlook.com-0000-0003-4778-1601

Prof. Dr. Ziya AKÇA
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,
zakca@ogu.edu.tr - 0000-0001-6379-0546

BSTRACT

In this study, we explore the structural properties of k-nets within the Hall plane. Specifically, we construct a 3-net by selecting a point set X and a line set A, comprising 9 lines partitioned into 3 subsets, within an affine plane of order 3. This approach is then generalized to a 4-net by extending the partition of A to 4 subsets. These findings shed light on the relationships between line partitions and net configurations in finite affine planes, offering valuable insights into the combinatorial and geometric characteristics of the Hall plane.

Keywords: Hall plane, Projective plane, line partitions,

1. INTRODUCTION

Algebraic structures such as division rings, near-fields, and fields can be used to construct projective planes. In fact, projective planes can be derived from these algebraic frameworks, providing a concrete method for their construction. Additionally, projective planes can be obtained from vector spaces and affine planes, showing that algebraic structures serve as one of the possible approaches for obtaining projective planes. These different methods highlight the close connection between algebra and geometry in the study of projective planes, offering various perspectives on how these geometric objects can be understood and constructed.

It is possible to classify projective planes based on the different algebraic structures used in their construction. For example, projective planes obtained from fields satisfy both Desargues' and Pappus' theorems. On the other hand, projective planes derived from division rings may be Desarguesian but not necessarily Pappian. This classification highlights how the algebraic properties of the underlying structure influence the geometric properties of the projective plane. Consequently, the type of algebraic system used, whether a field, division ring, or some other structure, determines the specific characteristics of the resulting projective plane.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

The study of finite projective planes and their geometric properties has been a central topic in combinatorial mathematics and finite geometry. One important class within this field is the *Hall planes*, named after the mathematician Marshall Hall. These planes are constructed through specific algebraic methods and possess unique properties that make them a key area of interest in the study of finite geometry.

Four distinct projective plane of order 9 are known. These are Desarguesian plane, the left Hall plane, the right Hall plane and Hughes plane. A significant example of these is the Left Hall plane, a finite projective plane of order 9. This structure serves as an interesting case due to its intricate configuration and the variety of combinatorial possibilities it offers. Closely tied to this concept is the idea of 3-nets, a specific type of geometric structure that consists of three sets of parallel lines. These lines intersect in a finite set of points, and the configuration formed by these intersections leads to a deeper understanding of finite affine geometries and their applications.

In the study of projective planes and their subplanes, the concept of arcs plays a crucial role, providing insights into the geometric properties and combinatorial arrangements within finite projective spaces [1]. Recent research has particularly focused on complete arcs containing quadrangles that construct Fano planes [2], embedding projective planes into higher-dimensional projective spaces [3,5], and the structure of 3-nets embedded in projective planes [4,8]. Additionally, studies on complete (k,2)-arcs in finite planes [6] and software applications for fibered Fano planes have contributed to advancements in this field by offering computational approaches to analyze and visualize these complex structures [7].

In [9-10], understanding the Left Hall plane and its connection to 3-nets opens up various pathways for exploring both theoretical and applied aspects of finite geometries. This study provides valuable insights into the properties of projective planes, as well as their significance in modern mathematical research.

Definition 1 A projective plane $(P, L, \circ)$ consists of a set P of points, and a set L of subsets of P, called lines, such that every pair of points is contained in exactly one line, every two different lines intersect in exactly one point, and there exist four points, no three of which are collinear.

Definition 2 Let K be a field of characteristic $p > 0$. In this case, $PG(2,K)$ contains an affine subplane $AG(2, F_p)$ of order p from which k–nets for $3 \leq k \leq p + 1$ arise taking k parallel line classes as components. Similarly, if $PG(2,K)$ contains an affine subplane $AG(2, F_{ph})$, then k-nets of order ph for $3 \leq k \leq ph + 1$ exist in $PG(2,K)$.

The construction of the left nearfield of order 9 in [1, 9-10] is given. We shall be interested in the affine subplanes of order 3 of the left nearfield plane of order 9.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2. THE LEFT HALL PLANE

In the study of projective and affine geometries, near-field planes play a crucial role. These planes are constructed using algebraic structures called near-fields, which are similar to fields but do not necessarily obey all field axioms, particularly the commutative property of multiplication. This leads to the distinction between right and left near-field planes. In a right near-field plane, multiplication in the underlying near-field is associative and satisfies the distributive law only when multiplied from the right. Conversely, in a left near-field plane, these properties hold when multiplication is applied from the left. The differences between these two types of near-field planes create interesting geometric variations, influencing the configurations of points and lines within these spaces. These structures are particularly useful in finite geometry and combinatorics, offering valuable insights into non-commutative algebraic systems and their geometric representations.
We consider the geometrical structure of the projective plane which is constructed on the known the left nearfield.

Definition 3 A left nearfield is a system $(S,\oplus,\odot)$, where $\oplus$ and $\odot$ are binary operations on the set S and
1) S is finite
2) $(S,\oplus)$ is a group, with identity 0
3) $(S\backslash\{0\},\odot)$ is a group, with identity 1
4) $0\odot x=0$ for all $x \in S$
5) $\odot$ is left distributive over $\oplus$, that is $x\odot(y\oplus z)= (x\odot y)\oplus(x\odot z)$ for all $x,y,z \in S$
6) Given $m,n,k \in S$ with $m\backslash=n$, there exists a unique $x \in S$ such that $-m\odot x\oplus n\odot x=k$.

Definition 4 Let $(F_3,+,.)$ be the field of integers modulo 3. Let S be a set whose elements are

$$S=\{a+\lambda b): a,b\in F_3,\ \lambda\notin F_3\}=\{0,\ \lambda,\ 2\lambda,1,\ 1+\lambda,1+2\lambda,\ 2,\ 2+\lambda,\ 2+2\lambda\ \ \}$$
$$=\{00,\ 01,\ 02,\ 10,\ 11,\ 12,\ 20,\ 21,\ 22\}.$$

We consider the addition and multiplication on S given by

$$(a+\lambda b)\oplus(c+\lambda d)=(a+c)+\lambda(b+d)$$

and

$$(a+\lambda b)\otimes(c+\lambda d)=\begin{Bmatrix}(ca+\lambda(da) & ,if\ \ b=0\\ ca-db(a^2+1)+\lambda(cb-.ad) & ,if\ \ b\neq 0\end{Bmatrix}.$$

Then, the system $(S,\oplus,\otimes)$ is a proper left nearfiled..

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

We consider the Baer subplanes of the projective plane P_2S which is constructed on this known the left nearfiled.

A projective plane of order *n* has a Baer subplane of order *m*, then $n = m^2$.

3. BAER SUBPLANE IN THE PROJECTIVE PLANE P_2S

If the projective plane $P_2S = (P, L, \circ)$ has order n^2 then a Baer subplane $B = (P', L', \circ')$ within it has order *n*, where all points and lines of the subplane are contained in the larger plane. Baer subplane (order 3) within a projective plane P_2S of order 9, the Baer subplane would have 13 points and 13 lines. These points and lines follow the same projective properties as in the larger plane but are restricted to this smaller configuration. The point set, the lines set and the incidence relation are as follows, respectively:

$$P' = \left\{ \begin{matrix} (00,00),(00,10),(00,20),(10,00),(10,10),(10,20),(20,00),(20,10),(20,20), \\ (00),(10),(20),(\infty) \end{matrix} \right\},$$

$$L' = \left\{ \begin{matrix} [00,00],[00,10],[00,20],[10,00],[10,10],[10,20],[20,00],[20,10],[20,20], \\ [00],[10],[20],[\infty] \end{matrix} \right\},$$

and

$\circ'$:

[00,00] : (00,00), (10, 00), (20, 00), (00)

[00,10] : (00,10), (20, 10), (10, 10), (00)

[00,20] : (00,20), (10, 20), (20, 20), (00)

[10,00] : (00,00), (10, 10), (20, 10), (10)

[10, 10] : (00,10), (10, 20), (20, 00), (10)

[10, 20] : (00, 20), (10, 00), (20, 10), (10)

[20, 00] : (00, 00), (10, 20), (20, 10), (20)

[20, 10] : (00, 10), (10,(00), (20, 20), (20)

[20, 20] : (00, 20), (10, 10), (20, 12), (20)

[00] : (00,00), (00,10), (00,20), (∞)

[10] : (10,00), (10,10), (10,20), (∞)

[20] : (20,00), (20,10), (20,20), (∞)

$[\infty]$: (00), (10), (20), (∞) .

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

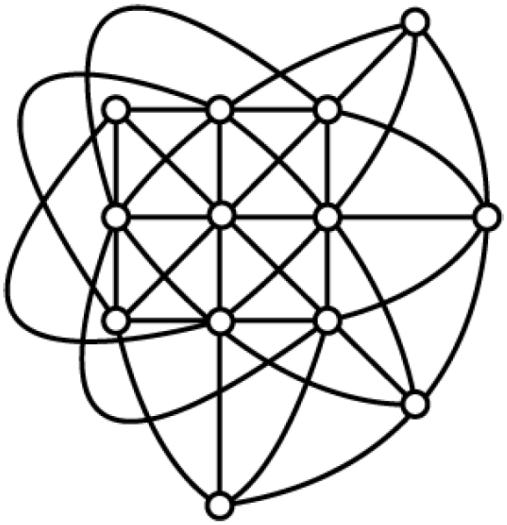


Figure 1. Baer subplane of order 3

4. INVESTIGATING 3-NETS AND 4-NETS FROM AFFINE PLANES IN THE P_2S

In a finite projective plane, 3-nets provide insight into the arrangement of lines and points, as well as the symmetries of the plane. These structures are particularly significant in the study of finite geometries, offering a geometric interpretation of certain algebraic systems. Moreover, 3-nets are closely related to affine planes and can be used to explore mappings between different geometric spaces.

Let k be an integer, $k \geq 3$. A k-net in $PG(2,K)$ is a pair (A,X) where A is a finite set of lines partitioned into k subsets $A = \bigcup_{i=1}^{k} A_i$ and X is a finite set of points subject to the following conditions:

1-for every $i \neq j$ and every $\ell \in A_i$, $\ell' \in A_j$, we have $\ell \cap \ell' \in X$

2 for every $x \in X$ and every i ($i \in \{1, 2, 3,\ldots,k\}$) there exists a unique line $\ell \in A_i$ passing through x.

Note:

$|A_1| = |A_2| = \ldots = |A_k| = n$, $|X| = n^2$ (n is the order of the k-net)

$PG(2,9)$ contains an affine subplane $AG(2, F_3)$ of order 3 from which 3–net arise taking 3 parallel line classes as components. Similarly, if $PG(2,K)$ contains an affine subplane $AG(2, F_{ph})$, then k-nets of order ph for $3 \leq k \leq ph + 1$ exist in $PG(2,K)$.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

If any line and the points on it are removed from a projective plane of order 3, the remaining structure is an affine plane of order 3. Moreover, it is well known that affine plane will be obtained from this Baer subplane. In this study, the affine plane obtained by removing a line and the points on it is taken into consideration. The points, lines and the incidence relation on this affine plane are given below.

$$P''' = \begin{Bmatrix} 1=(00,00),\ 2=(10,00), 3=(20,00), 4=(00,10),\ \ 5=(10,10), 6=(20,10), \\ 7=(00,20),\ 8=(10,20), 9=(20,20) \end{Bmatrix},$$

$$L''' = \begin{Bmatrix} l_1 = \mathrm{l}[00,00],\ l_2 = [00,10)], l_3 = [00,\ 20)],\ l_4 = [10,\ 00],\ l_5 = [10,\ 10],\ l_6 = [10,\ 20] \\ l_7 = [20,00],\ l_8 = [20,\ 10],\ l_9 = [20,\ 20)],\ l_{10} = [00],\ l_{11} = [10],\ l_{12} = [20] \end{Bmatrix},$$

and incidence relation

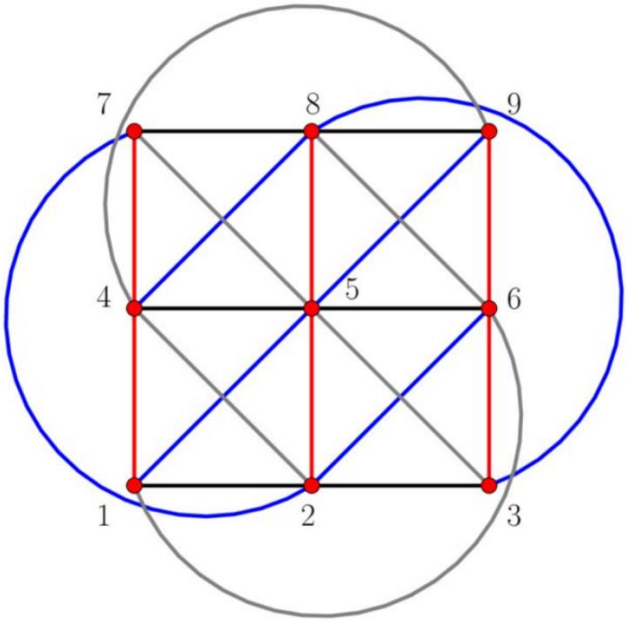


Figure 2. Affine subplane of order 3

[00,00] : (00,00), (10, 00), (20, 00),

[00,10] : (00,10), (20, 10), (10, 10),

[00,20] : (00,20), (10, 20), (20, 20),

[10,00] : (00,00), (10, 10), (20, 20),

[10, 10] : (00,10), (10, 20), (20, 00),

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[10, 20] : (00, 20), (10, 00), (20, 10),

[20, 00] : (00, 00), (10, 20), (20, 10),

[20, 10] : (00, 10), (10, ,00), (20, 20),

[20, 20] : (00, 20), (10, 10), (20, 00),

[00] : (00,00), (00,10), (00,20),

[10] : (10,00), (10,10), (10,20),
[20] : (20,00), (20,10), (20,20).

Table 1. The incidence relation.in Affine plane of order 3

o	1	2	3	4	5	6	7	8	9
l_1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
l_2	0	0	0	1	1	1	0	0	0
l_3	0	0	0	0	0	0	1	1	1
l_4	1	0	0	0	1	0	0	0	1
l_5	0	0	1	1	0	0	0	1	0
l_6	0	1	0	0	0	1	1	0	0
l_7	1	0	0	0	0	1	0	1	0
l_8	0	1	0	1	0	0	0	0	1
l_9	0	0	1	0	1	0	1	0	0
l_{10}	1	0	0	1	0	0	1	0	0
l_{11}	0	1	0	0	1	0	0	1	0
l_{12}	0	0	1	0	0	1	0	0	1

In this section, we provide examples of 3-nets and 4-nets in a projective plane P_2S of order 9, where the underlying algebraic structure is a left near field.

Theorem 5 Let X and A be a set of points and 9 lines of an affine plane of order 3, respectively. Let A be a set of lines partitioned into 3 subsets. Then (A, X) in P_2S is a 3-net .

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Proof.

Let X be a set of points

$X = \{(00, 00), (00, 10), (00, 20), (10 ,00), (10, 10), (10, 20), (20 ,00), (20, 10), (20, 20)\}$

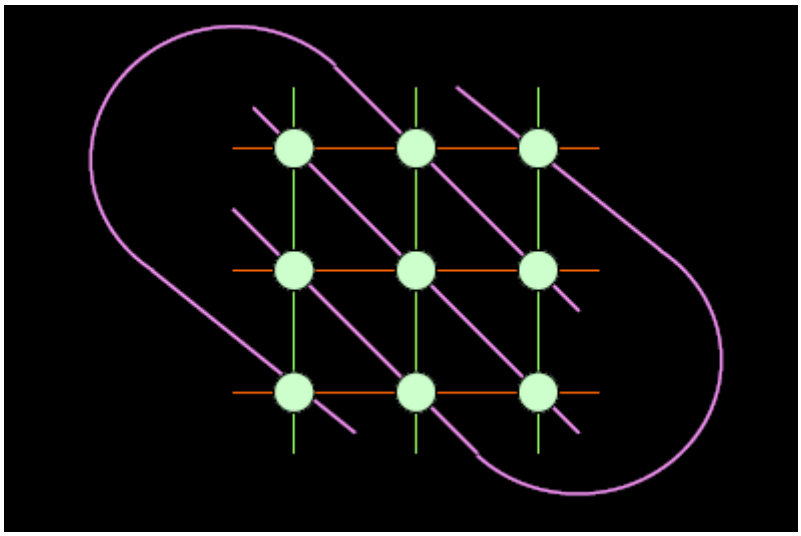


Figure 3. 3-nets in Affine Plane of order 3

If X is the set of points and A is the set of lines given below, then (A, X) is a 3-net in P_2S .

$X = \{(00, 00), (00, 10), (00, 20), (10 ,00), (10, 10), (10, 20), (20 ,00), (20, 10), (20, 20)\}$ and

$A = A_1 \cup A_2 \cup A_3$

$= \{l_1, l_2, l_3\} \cup \{l_4, l_5, l_6\} \cup \{l_{10}, l_{11}, l_{12}\}$

$= \{[00,00] ,[00, 10)], [00, 20)]\} \cup \{\{[20, 00], [20, 10], [20, 20]\} \cup \{[00], [10], [20]\}.$

The set of lines A is divided into three subsets, with 3 lines in each. Moreover, from any point selected from the set of points X, only one line passes through each of the subsets Ai, whose unions are the set of the lines A. Since this geometric structure is finite, the following configurations for each point can be easily obtained.

If the selected point is **(00,00),** the set of three lines passing through this point is obtained as follows:

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

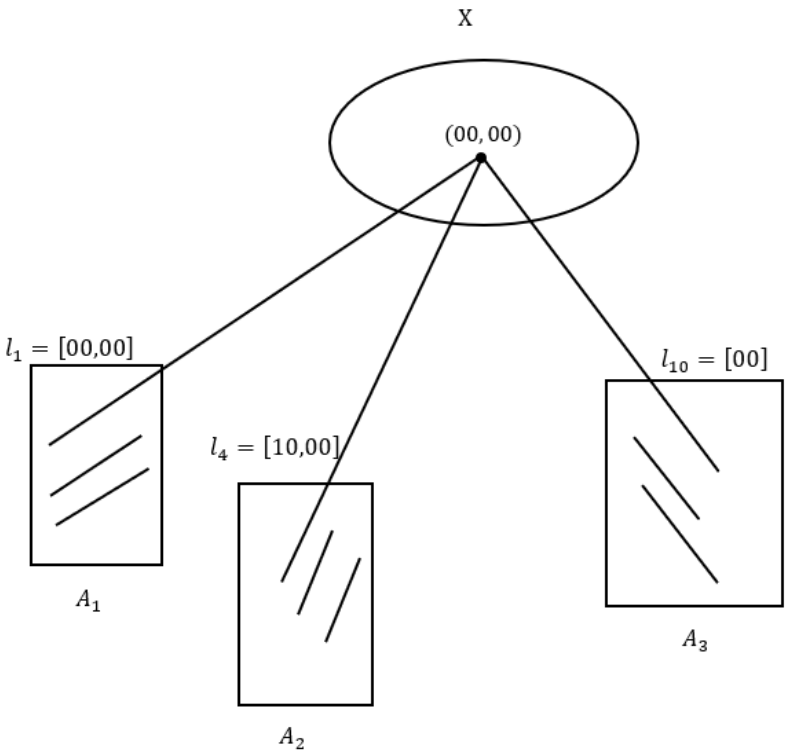


Figure 4. Line partitions in Affine plane of order 3

Each line passing through the other points is obtained as shown in Table 1 below.

The lines passing through the point $(00,00)$ are l_1, l_4 and l_{10}.

The lines passing through the point $(00,10)$ are l_2, l_5 and l_{10}.

The lines passing through the point $(00,20)$ are l_3, l_6 and l_{10}.

The lines passing through the point $(10,00)$ are l_1, l_6 and l_{11}.

The lines passing through the point $(10,10)$ are l_2, l_4 and l_{11}.

The lines passing through the point $(10,20)$ are l_3, l_5 and l_{11}.

The lines passing through the point $(20,00)$ are l_1, l_5 and l_{12}.

The lines passing through the point $(20,10)$ are l_2, l_6 and l_{12}.

The lines passing through the point $(20,20)$ are l_3, l_4 and l_{12}.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Theorem 6 Let X and A be a set of points and lines of an affine plane of order 3, respectively. Let A be a set of lines partitioned into 4 subsets. Then (A, X) in P_2S is a 4-net .

Proof. The set of lines A is divided into three subsets, with 3 lines in each. Moreover, from any point selected from the set of points X, only one line passes through each of the subsets Ai, whose unions are the set of the lines A. Since this geometric structure is finite, the following configurations for each point can be easily obtained.

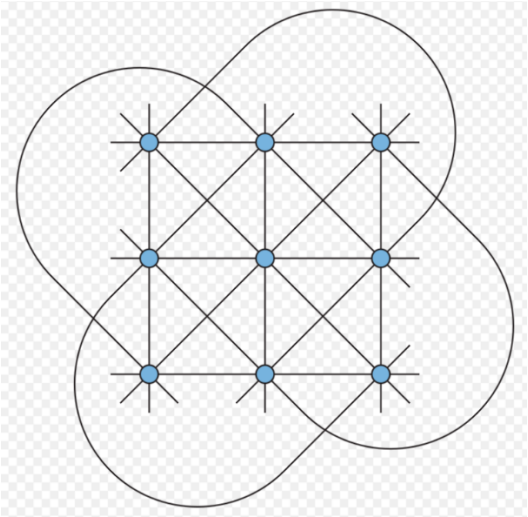


Figure 5. 4-nets in Affine Plane of order 3

$$X = \{(00, 00), (00, 10), (00, 20), (10 ,00), (10, 10), (10, 20), (20 ,00), (20, 10), (20, 20)\},$$

$$A = \{[00,00],[00, 10)],[00, 20)]\} \cup \{[20,00], [20, 10],[20, 20)]\} \cup \{[00], [10], [20]\}. \cup \{[10, 00], [10, 10], [10, 20]\}$$

If X is the set of points and A is the set of lines given below, then (A, X) is a 4-net in P_2S .

The points set is

$$X = \begin{Bmatrix} 1 = (00, 00), 2 = (10 ,00), 3 = (20 ,00), 4 = (00,10), 5 = (10,10), 6 = (20,10), \\ 7 = (00, 20), 8 = (10, 20), 9 = (20, 20) \end{Bmatrix},$$

The line set A is

$$A = A_1 \cup A_2 \cup A_3 \cup A_4$$

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$= \{l_1, l_2, l_3\} \cup \{l_4, l_5, l_6\} \cup \{l_7, l_8, l_9\} \cup \{l_{10}, l_{11}, l_{12}\}$

and the incidence relation is

If the selected point is **(00,00),** the set of three lines passing through this point is obtained as follows:

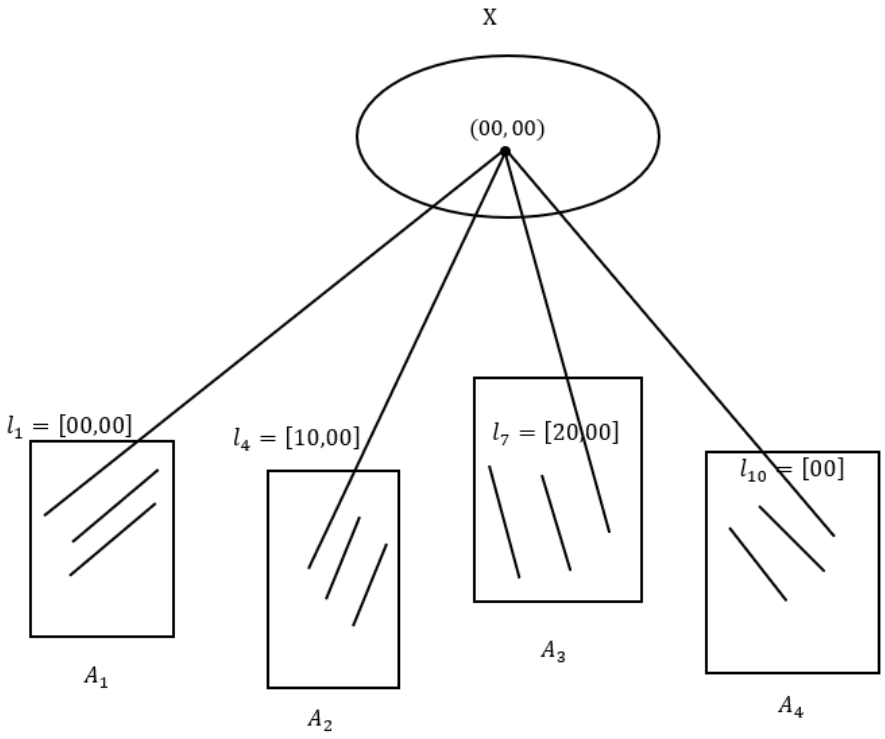


Figure 6. Line partitions in Affine plane of order 3

Each line passing through the other points is obtained as shown in Table 1 below.

The lines passing through the point $(00,00)$ are l_1, l_4, l_7 and l_{10}.

The lines passing through the point $(00,10)$ are l_2, l_5, l_8 and l_{10}.

The lines passing through the point $(00,20)$ are l_3, l_6, l_9 and l_{10}.

The lines passing through the point $(10,00)$ are l_1, l_6, l_8 and l_{11}.

The lines passing through the point $(10,10)$ are l_2, l_4, l_9 and l_{11}.

The lines passing through the point $(10,20)$ are l_3, l_5, l_7 and l_{11}.

The lines passing through the point $(20,00)$ are l_1, l_5, l_9 and l_{12}.

The lines passing through the point $(20,10)$ are l_2, l_6, l_7 and l_{12}.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

The lines passing through the point $(20, 20)$ are l_3, l_4, l_8 and l_{12}.

5. CONCLUSION

In this study, we focused on constructing *k*-nets from affine planes within projective planes over finite near-fields, building on the well-established method of obtaining *k*-nets from affine planes over finite field. We construct a 3-net by selecting a point set X and a line set A, comprising 9 lines partitioned into 3 subsets, within an affine plane of order 3. This approach is then generalized to a 4-net by extending the partition of A to 4 .

Author contributions. All the co-authors have contributed equally to aspects of the preparation of this submission.

Conflict of interest statement. The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Data availability. No data were used in the research described in the article.

REFERENCES

[1] Z. Akça, S. Ekmekçi, and A. Bayar, On Fano Configurations of the Left Hall Plane of order 9, Konuralp Journal of Mathematics, 4(2), 124–131, 2016.

[2] A. Bayar, Z. Akça, E. Altintaş Kahriman, and S. Ekmekçi, On the complete arcs containing the quadrangles constructing the Fano planes of the left near field plane of order 9, New Trends in Mathematical Sciences, 4(4), 266–275, 2016.

[3] Bayar A, Akça Z, Ekmekçi S. On Embedding the Projective Plane PG(2,4) to the Projective Space P(4,4). New Trends in Mathematical Sciences, 10(4): 142–150, 2022.

[4] Blokhuis A, Korchmáros G, Mazzocca F. On the structure of 3-nets embedded in a projective plane. Journal of Combinatorial Theory, Series A, 118(4), 1228-1238, 2011.

[5] Ekmekçi S, Bayar A, Akça Z. On The Projective Planes in Projective Space PG(4,4). Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 38(3), 519–524, 2022.

[6] Ekmekçi S, Bayar A, Altintaş Kahriman E, Akça Z. On the Complete (k,2)- arcs of the Hall plane of order 9. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, 6(10), 282–288, 2016.

[7] S. Ekmekçi, Z. Akça, H. Keskin, And A. Bayar, "Designing a Software Application for Fibered Fano Planes, International Journal of Mathematics and Statistics Invention (IJMSI), 5(1), 32–35, 2017.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[8] Nagy Gábor P, Pace N. On small 3-nets embedded in a projective plane over a field. Journal of Combinatorial Theory, Series A, 120(7), 1632-1641, 2013.

[9] M. Hall - Jr, J.D. Swift - R. Killgrove, On projective planes of order nine, Math. Tables and Other Aids Comp. 13, 233-246, 1959.

[10] T.G. Room - P.B. Kirkpatrick, Miniquaternion Geometry, London, Cambridge University Press, 177, 1971.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ON SOME 3-NETS IN LEFT SEMI FIELD PLANE OF ORDER 9

Göknur TEPE
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
goknurtepe@outlook.com-0000-0003-4778-1601
Prof. Dr. Ziya AKÇA
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,
zakca@ogu.edu.tr - 0000-0001-6379-0546

ABSTRACT

In this paper, we investigate the structure of 3-nets within affine planes of order 2. We introduce a regular quadrangle in an affine plane, where the set of points X and lines A associated with the quadrangle form a 3-net, demonstrating the relationship between these geometric configurations. We formalize a 3-net structure by considering a set X of points and a set A of 6 lines, partitioned into 3 subsets, within an affine plane of order 2. These results provide a deeper understanding of the interplay between line partitions and net structures in finite affine planes of over left semifield of order 9, contributing to the study of finite geometries and their combinatorial properties.

Keywords: Left semifield, Projective plane, 3-nets,

1. INTRODUCTION

Algebraic structures such as division rings, semifields, and fields can be used to construct projective planes. In fact, projective planes can be derived from these algebraic frameworks, providing a concrete method for their construction. Additionally, projective planes can be obtained from vector spaces and affine planes, showing that algebraic structures serve as one of the possible approaches for obtaining projective planes. These different methods highlight the close connection between algebra and geometry in the study of projective planes, offering various perspectives on how these geometric objects can be understood and constructed.

It is possible to classify projective planes based on the different algebraic structures used in their construction. For example, projective planes obtained from fields satisfy both Desargues' and Pappus' theorems. On the other hand, projective planes derived from division rings may be Desarguesian but not necessarily Pappian. This classification highlights how the algebraic properties of the underlying structure influence the geometric properties of the projective plane. Consequently, the type of algebraic system used, whether a field, division ring, or some other structure, determines the specific characteristics of the resulting projective plane.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Four distinct projective plane of order 9 are known. These are Desarguesian plane, the left Hall plane, the right Hall plane and Hughes plane. A significant example of these is the Left Hall planes, a finite projective plane of order 9. This structure serves as an interesting case due to its intricate configuration and the variety of combinatorial possibilities it offers. Closely tied to this concept is the idea of 3-nets, a specific type of geometric structure that consists of three sets of parallel lines. These lines intersect in a finite set of points, and the configuration formed by these intersections leads to a deeper understanding of finite affine geometries and their applications.

In the study of projective planes and their subplanes, the concept of arcs plays a crucial role, providing insights into the geometric properties and combinatorial arrangements within finite projective spaces [1]. Recent research has particularly focused on complete arcs containing quadrangles that construct Fano planes [2], embedding projective planes into higher-dimensional projective spaces [3,5], and the structure of 3-nets embedded in projective planes [4,8]. Additionally, studies on complete (k,2)-arcs in finite planes [6] and software applications for fibered Fano planes have contributed to advancements in this field by offering computational approaches to analyze and visualize these complex structures [7].

In [9-10], understanding the Left Hall plane and its connection to 3-nets opens up various pathways for exploring both theoretical and applied aspects of finite geometries. This study provides valuable insights into the properties of projective planes, as well as their significance in modern mathematical research.

Definition 1 A projective plane is defined by a set P of points and a set L of lines, where each line is a subset of P. It satisfies the following conditions: any two points are joined by exactly one line, any two lines meet at exactly one point, and there exist at least four points such that no three of them lie on the same line.

A projective plane of order n has a subplane of order m, then either; $n = m^2$ or $n \geq m^2 + m$.

.

Definition 2 A 3-net in $PG(2,K)$ is a pair (A,X) where A is a finite set of lines partitioned into 3 subsets $A = A_1 \cup A_2 \cup A_3$ and X is a finite set of points subject to the following conditions:

1-For every $i \neq j$ and every $\ell \in A_i$, $\ell' \in A_j$, we have $\ell \cap \ell' \in X$
2-For every $x \in X$ and every i ($i \in \{1, 2, 3\}$) there exists a unique line $\ell \in A_i$ passing through x.

The construction of the left semifield of order 9 in [1, 9-10] is given. We shall be interested in the affine subplanes of order 2 of the left semifield plane of order 9.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2. THE LEFT SEMIFIELD PLANE OF ORDER 9

We consider the geometrical structure of the projective plane which is constructed on the known the left semifiled.

Definition 3 Let $(F_3,+,.)$ be the field of integers modulo 3. Let S be a set whose elements are

$$S=\{a+\lambda b \ : a,b\in F_3,\ \lambda\notin F_3\}=\{0,\lambda,\ 2\lambda,1,\ 1+\lambda,1+2\lambda,\ 2,\ 2+\lambda,\ 2+2\lambda\ \}$$
$$=\{00,\ 01,\ 02,\ 10,\ 11,\ 12,\ 20,\ 21,\ 22\},$$

and let $f(t)=t^2-t-1$ be an irreducible polynomial of degre 2 over $(F_3,+,.)$.

We consider the addition and multiplication on S given by

$$(a+\lambda b)\oplus(c+\lambda d)=(a+c)+\lambda(b+d)$$

and

$$(a+\lambda b)\otimes(c+\lambda d)=\begin{cases}(ca+\lambda(da) & ,if\ \ b=0\\ ca-db(a^2+1)+\lambda(cb-.ad) & ,if\ \ b\neq 0\end{cases}.$$

Table 1. The multiplication on S

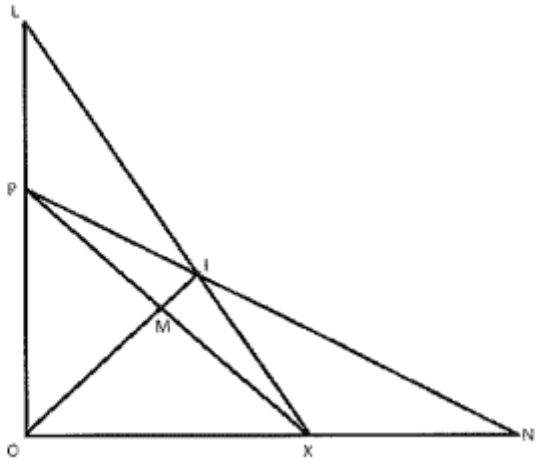
⊖	00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
01	00	11	22	01	12	20	02	10	21
02	00	21	12	02	20	11	01	22	10
10	00	01	02	10	11	12	20	21	22
11	00	10	20	11	21	01	22	02	12
12	00	20	10	12	02	22	21	11	01
20	00	02	01	20	22	21	10	12	11
21	00	22	11	21	10	02	12	01	20
22	00	12	21	22	01	10	11	20	02

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Then, the system $(S,\oplus,\otimes)$ is a left semirfiled..

We shall be interested in Fano subplanes of the projective plane over left semifield $(S,\oplus,\otimes)$ of order 9, denoted by P_2S .

The Fano plane, the smallest projective plane order 2 with seven points and seven lines, serves as a foundation for constructing 3-nets through combinatorial methods. By carefully selecting point-line incidences, one can obtain a 3-net, revealing deeper structural properties within this finite geometric system.



3. SOME 3-NETS IN THE LEFT SEMIFIELD PLANE OF ORDER 9

It is known that a finite projective plane is coordinatized by any quadrangle O, I, X, P (4 points, no three on a line). In [1,5], It is seen that there are Fano subplanes containing $I = (10, 10)$ X = (0,0),
O = (00,00), P = (ab,cd) with $a,b,c,d \in F_3$ in P_2S .
In this section, 3-nets obtaining Fano planes of P_2S are determined selecting the quadrangle O, I, X, P such that $O = (00, 00)$, $I = (10, 10)$, $X = (00)$ in P_2S .
In this section, we provide examples of 3-nets in a projective plane P_2S of order 9, where the underlying algebraic structure is a left semifield.

Theorem 4 Let $O = (00, 00)$, $I = (10, 10)$, $X = (00)$ and $P = (00, 20)$ with be a regular quadrangle in P_2S . (A, X) in P_2S is a 3-net where $X = \{O, I, X, P\}$ is the set of points and $A = \{l_1 = OP, l_2 = OX, l_3 = OI, l_4 = IX, l_5 = IP, l_6 = XP\}$ is the set of lines.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Proof. A Fano plane obtained from the completion of the regular quadrangle $OIXP$ in P_2S is the system $(P, L, \circ)$ whose the set of points is

$P = \{1 := O,\ 2 := I,\ 3 := X,\ 4 := P,\ 5, 6, 7\}$, the set of lines is $L = \{l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, l_7\}$ and the relationship on which it exists is given in the table below:

Table 2. The incidence relation.in Fano plane

$\circ$	1	2	3	4	5	6	7
l_1	1	0	0	1	1	0	0
l_2	1	0	1	0	0	0	1
l_3	1	1	0	0	0	1	0
l_4	0	1	1	0	1	0	0
l_5	0	1	0	1	0	0	1
l_6	0	0	1	1	0	1	0
l_7	0	0	0	0	1	1	1

It is well known that from a projective plane of order *n*, affine planes of the same order are obtained as many as the total number of lines. To do this, an affine plane is found by removing any line from the line set *L* and the points on it.

We will obtain 3-nets from these affine plane of order2. But, We give the proof for only one line and the points on it. Other 3-nets can be found in a similar way.

If the line l_7 and the points 5,6,7 on it are removed from the Fano plane $(P, L, \circ)$ given above, the points, lines and structure of the affine plane $(P', L', \circ')$ obtained are as follows:

The set of points is $P' = \{1 = O, 2 = I, 3 = X, 4 = P\}$, the set of lines is $L' = \{l_1', l_2', l_3', l_4', l_5', l_6'\}$, and the incidence relation is

Table 3. The incidence relation.in Affine plane

$\circ'$	1	2	3	4
l_1'	1	0	0	1
l_2'	1	0	1	0
l_3'	1	1	0	0
l_4'	0	1	1	0

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$l_5^{'}$	0	1	0	1
$l_6^{'}$	0	0	1	1

If X is the set of points and A is the set of lines given below, then (A, X) is a 3-net in P_2S .

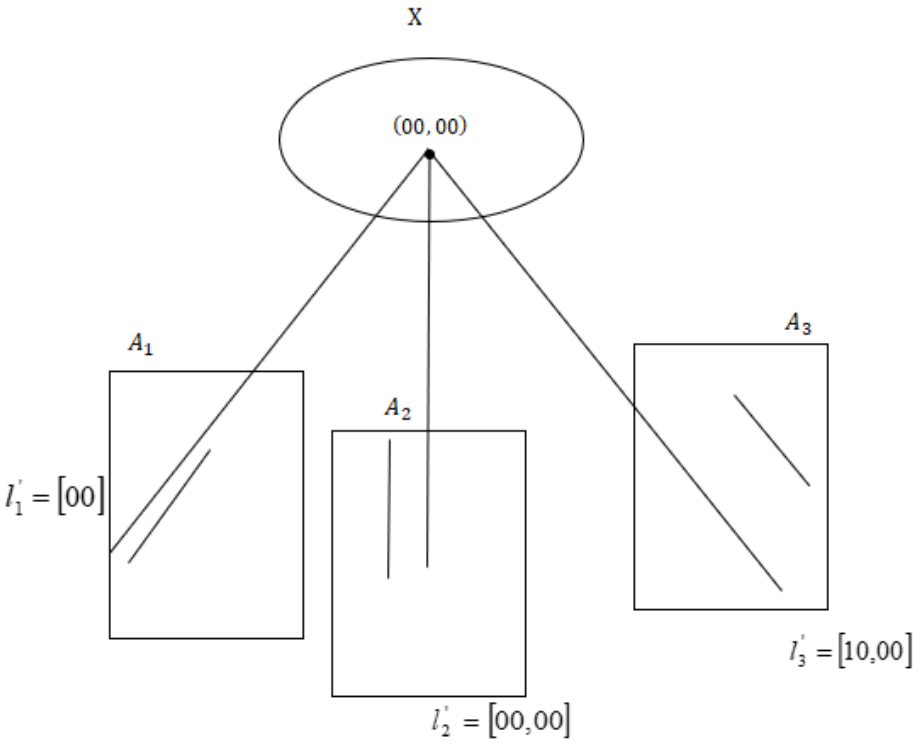
The set of lines A is divided into three subsets, with 2 lines in each. Moreover, from any point selected from the set of points X, only one line passes through each of the subsets Ai, whose unions are the set of the lines A. Since this geometric structure is finite, the following configurations for each point can be easily obtained.

$X = \{1 = (00, 00),\ 2 = (10, 10),\ 3 = (00),\ 4 = (00,20)\ \}$ and

$A = A_1 \cup A_2 \cup A_3 = \{l_1^{'}, l_4^{'}\} \cup \{l_2^{'}, l_5^{'}\} \cap \{l_3^{'}, l_6^{'}\}$, where

$A = \{[00],\ [00,10]\} \cup \{\{[00,\ 00], [20,\ 20]\} \cup \{[10,00]\ , [00, 20]\}\}$.

If the selected point is **(00,00),** the set of three lines passing through this point is obtained as follows:



As in this case, for each point in the set of points X, the lines l_i passing through the point from different sets A_i, i=1,2,3, excluding the point itself, are obtained as follows:

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Table 3. The incidence relation.in 3-net

$\circ'$	1	2	3	4
$l_1^{'}$	1	0	0	1
$l_2^{'}$	1	0	1	0
$l_3^{'}$	1	1	0	0
$l_4^{'}$	0	1	1	0
$l_5^{'}$	0	1	0	1
$l_6^{'}$	0	0	1	1

The lines passing through the point $(00,00)$ are $l_1^{'}$, $l_2^{'}$ and $l_3^{'}$.

The lines passing through the point $(10,10)$ are $l_3^{'}$, $l_4^{'}$ and $l_5^{'}$.

The lines passing through the point (00) are $l_2^{'}$, $l_4^{'}$ and $l_6^{'}$,

The lines passing through the point $(00,20)$ are $l_1^{'}$, $l_5^{'}$ and $l_6^{'}$.

Corollary 6 It is well known that for each selected Fano plane, seven affine planes are obtained from this plane. Therefore, 7 distinct 3-nets can be obtained from a Fano plane..

4. CONCLUSION

In this study, we focused on constructing 3-nets from affine planes within projective planes over finite near-fields, building on the well-established method of obtaining 3-nets from affine planes over finite semifields. Our work extends beyond the geometric structures afforded by classical fields.

Author contributions. All the co-authors have contributed equally to aspects of the preparation of this submission.

Conflict of interest statement. The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Data availability. No data were used in the research described in the article.

REFERENCES

[1] Z. Akça, S. Ekmekçi, and A. Bayar, On Fano Configurations of the Left Hall Plane of order 9, Konuralp Journal of Mathematics, Vol. 4, No. 2, Pp. 124–131, Nov. 2016.

[2] A. Bayar, Z. Akça, E. Altintaş Kahriman, and S. Ekmekçi, On the complete arcs containing the quadrangles constructing the Fano planes of the left near field plane of order 9, New Trends in Mathematical Sciences, vol. 4, no. 4, pp. 266–275, 2016.

[3] Bayar A, Akça Z, Ekmekçi S. On Embedding the Projective Plane PG(2,4) to the Projective Space P(4,4). New Trends in Mathematical Sciences, 2022: 10- 4: 142–150.

[4] Blokhuis A, Korchmáros G, Mazzocca F. On the structure of 3-nets embedded in a projective plane. Journal of Combinatorial Theory, Series A, 2011; 118, 4, 1228-1238.

[5] Ekmekçi S, Bayar A, Akça Z. On The Projective Planes in Projective Space PG(4,4). Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 2022: 38- 3: 519–524.

[6] Ekmekçi S, Bayar A, Altintaş Kahriman E, Akça Z. On the Complete (k,2)- arcs of the Hall plane of order 9. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, 2016; 6-10: 282–288.

[7] S. Ekmekçi, Z. Akça, H. Keskin, And A. Bayar, "Designing a Software Application for Fibered Fano Planes, International Journal of Mathematics and Statistics Invention (IJMSI), vol. 5, no. 1, pp. 32–35, Jan. 2017.

[8] Nagy Gábor P, Pace N. On small 3-nets embedded in a projective plane over a field. Journal of Combinatorial Theory, Series A, 2013; 120, 7, 1632-1641.

[9] M. Hall - Jr, J.D. Swift - R. Killgrove, On projective planes of order nine, Math. Tables and Other Aids Comp. 13 (1959) 233-246.

[10] T.G. Room - P.B. Kirkpatrick, Miniquaternion Geometry, London, Cambridge University Press, 177, (1971).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

TYPE SEQUENCE OF SOME NUMERICAL SEMIGROUPS WITH THE DETERMINE NUMBER FIVE

Mehmet Sait ALAKUŞ

Dicle University, Institute of Science, Department of Mathematics, alakusmehmetsait@gmail.com, Diyarbakır, TURKEY, ORCID NO:0000-0002-6977-7630

Prof. Dr. Sedat İlhan

Dicle University, Institute of Science, Department of Mathematics, sedati@dicle.edu.tr, Diyarbakır, TURKEY, ORCID NO:0000-0002-6608-8848

ABSTRACT

In this study we will give necessary and sufficiently conditions for type sequence some numerical semigroups with the determine number five.

1) Introduction

Let $\mathbb{Z}=\{a\in\mathbb{Z}:a\geq 0\}$ and $\mathbb{N}$ be integers set. $S\subseteq\mathbb{N}$, S is called a numerical semigroup if it satisfied following conditions

1) $0\in S$,

2) $a_1+a_2\in S$, *for all* $a_1,a_2\in S$,

3) $Card(\mathbb{N}\setminus S)<\infty$. (this condition is equivalent to $\gcd(S)=1$ and $\gcd(S)=$ greatest commondivisor the element of S).

We define the following integers for a numerical semigroup S :

$F(S)=\max\{x\in\mathbb{N}:x\notin S\}$ is the Frobenius number of S ;

$m(S)=\min\{x\in S:x\neq 0\}$ is multiplicity of S ;

$n(S)=Card(\{0,1,2,...,F(S)\}\cap S)$ is determine number of S $\left(\textit{for details see}[1,2,4]\right)$.

If $F(S)-x\in S$ then S is called symmetric numerical semigroup for all $x\in\mathbb{Z}\setminus S$ $\left(\textit{for details see}[5]\right)$.

We give following definitions for a numerical semigroup S

$$S_i=\{s\in S:s\geq s_i\}\ \text{for}\ i\geq 0,\ s_i\in S;$$

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$$S(i) = \{k \in \mathbb{N} : k + S_i \in S\}.$$

Here, every the set $S(i)$ is a numerical semigroup and we write the following chain:

$$S_n \subset S_{n-1} \subset \ldots \subset S_1 \subset S_0 = S = S(0) \subset S(1) \subset \ldots \subset S(n-1) \subset S(n) = \mathbb{N}.$$

The number $v(S) = Card(S(1) \setminus S)$ is called the type of S. Likewise, we put, for $i = 1,2,\ldots,n = n(S)$; $v_i(S) = Card(S(i) \setminus S(i-1))$. In this way, it is possible to associate with every numerical semigroup S a numerical sequence $\{v_1, v_2, \ldots, v_{n(S)}\}$ which is called the type sequence of S. It is known that, $1 \le v_i(S) \le v_1(S)$ and $v_1(S) = v(S)$. If $v_i = 1$, for all $i = 1,2,3,\ldots,n(S)$ then S is symmetric numerical semigroup.

If $n(S) = 1$ then $S = \mathbb{N} = \{0,1,\rightarrow \ldots\}$. In this case the type sequence of is S is $\{t_1 = 1\}$.

Let S be a numerical semigroup. In this case, the elements in $\mathbb{N}$ but not in S are called gaps of S. The set of all gaps of S is denoted by $H(S)$. That is, it is expressed as $H(S) = \{y \in \mathbb{N} : y \notin S\}$.

The number $G(S) = Card(H(S))$ is called genus of S. We note that $G(S) = \dfrac{F(S) + v(S)}{2}$ $\left(\textit{for details see} [2,6] \right)$.

D'anna gave necessary and sufficient conditions for the type sequence of numerical semigroups with the determine number 2,3 and 4. $\left(\textit{for details see} [3] \right)$.

In this study we will give necessary and sufficiently conditions for type sequence some numerical semigroups with the determine number five.

Theorem 2.1. Let S be a numerical semigroup with $n(S) = 5$. The sequence $\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$ is a type sequence of the numerical semigroup $S = \{0, v_1 + 1, v_1 + v_2 + 2, v_1 + v_2 + v_3 + 4, v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + 4, v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + 5, \rightarrow \ldots\}$ if and only if $v_1 = v_2 \ge v_3 + 1, v_4 = v_5 = 1$ and $v_1 - v_3 \ne 3$.

Proof. Let the sequence of numbers $\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$ satisfying the conditions $n(S) = 5$ and $v_1 = v_2 \ge v_3 + 1, v_4 = v_5 = 1$ and $v_1 - v_3 \ne 3$ be a type sequence of a numerical semigroup $S = \{0, s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, \rightarrow \ldots\}$.

In this situation,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$g = v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + 4$

$s_5 = g + 1 = v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + 5$

$s_4 = g - v_5 = v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + 4 - v_5 = v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + 4$

$$v_4 = \begin{Bmatrix} s_4 - s_3 \Leftrightarrow s_4 - s_3 \le g - s_4 \\ s_4 - s_3 - 1 \Leftrightarrow s_4 - s_3 > g - s_4 \end{Bmatrix}$$

$$s_3 = \begin{Bmatrix} s_4 - v_4 = v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + 4 - v_4 = v_1 + v_2 + v_3 + 4 \Leftrightarrow v_1 + v_2 + v_3 + 4 \le g - s_4 = v_5 \\ s_4 - v_4 - 1 = v_1 + v_2 + v_3 + 3 \Leftrightarrow v_1 + v_2 + v_3 + 4 > g - s_4 = v_5 \end{Bmatrix}$$

$$s_2 = \begin{Bmatrix} s_3 - v_3 = v_1 + v_2 + v_3 + 3 - v_3 = v_1 + v_2 + 3 \Leftrightarrow v_1 + v_2 + 3 \le g - s_3 = v_4 + v_5 \\ s_3 - v_3 - 1 = v_1 + v_2 + 2 \Leftrightarrow v_1 + v_2 + 3 > g - s_3 = v_4 + v_5 \end{Bmatrix}$$

$$s_1 = \begin{Bmatrix} s_2 - v_2 = v_1 + v_2 + 2 - v_2 = v_1 + 2 \Leftrightarrow v_1 + 2 \le g - s_2 = v_3 + v_4 + v_5 + 2 \\ s_2 - v_2 - 1 = v_1 + 1 \Leftrightarrow v_1 + 2 > g - s_2 = v_3 + v_4 + v_5 + 2 \end{Bmatrix}$$

Thus we obtain the numerical semigroup

$S = \{0, v_1 + 1, v_1 + v_2 + 2, v_1 + v_2 + v_3 + 4, v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + 4, v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + 5, \to ...\}$.

Conversely, let the numerical semigroup

$S = \{0, v_1 + 1, v_1 + v_2 + 2, v_1 + v_2 + v_3 + 4, v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + 4, v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + 5, \to ...\}$ be given, where $\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$ is a sequence of positive numbers.

i. If $s_1 < s_2$ and $s_2 = 2s_1 \Rightarrow v_1 + v_2 + 2 = 2(v_1 + 1) \Rightarrow v_1 = v_2$. In this case, $s_1 < s_2$ and $s_2 = 2s_1$. Also
$s_3 \le s_2 + v_1 + 1 \Rightarrow v_1 + v_2 + v_3 + 4 \le v_1 + v_2 + 2 + v_1 + 1 \Rightarrow v_3 \le v_1 - 1 \Rightarrow v_3 + 1 \le v_1 = v_2$.

ii. On the other hand, $s_4 - s_3 = 1$ and from here we find
$(v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + 4) - (v_1 + v_2 + v_3 + 4) = 1 \Rightarrow v_4 = 1$. Finally, $s_5 - s_4 = 2, s_4 = s_3 + 1$ and from here we obtain $(v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + 5) - (v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + 4) = 2 \Rightarrow v_5 = 1$.

iii. $v_1 \ge v_3 + 1 \Rightarrow v_1 - v_3 \ge 1$. Here, $v_1 - v_3 = 3$ cannot be. On the contrary, if $v_1 - v_3 = 3$ we write $v_1 = v_3 + 3 = v_2$, in which case the conradiction
$F(S) = v_1 + v_1 + (v_1 - 3) + 1 + 1 + 4 = 3v_1 + 3 = 3(v_1 + 1) = 3s_1 \in S$ arises. Then $v_1 - v_3 = 3$ cannot be. In the other words, $v_1 - v_3 \ne 3$ must be.

The proof of the folloowing theorems is done in a similar way to the above.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Theorem 2.2. Let S be a numerical semigroup with $n(S)=5$. The sequence $\{v_1,v_2,v_3,v_4,v_5\}$ is a type sequence of the numerical semigroup $S=\{0,v_1+3,v_1+v_2+3,v_1+v_2+v_3+4,v_1+v_2+v_3+v_4+4,v_1+v_2+v_3+v_4+v_5+5,\rightarrow ...\}$ if and only if $v_1\geq 2, v_2=2$, $v_1\neq 3$ and $v_3=v_4=v_5=1$.

Theorem 2.3. Let S be a numerical semigroup with $n(S)=5$. The sequence $\{v_1,v_2,v_3,v_4,v_5\}$ is a type sequence of the numerical semigroup $S=\{0,v_1+1,v_1+v_2+4,v_1+v_2+v_3+4,v_1+v_2+v_3+v_4+4,v_1+v_2+v_3+v_4+v_5+5,\rightarrow ...\}$ if and only if

$v_1=v_2+2$, $v_3=v_4=v_5=1$.

Theorem 2.4. Let S be a numerical semigroup with $n(S)=5$. The sequence $\{v_1,v_2,v_3,v_4,v_5\}$ is a type sequence of the numerical semigroup $S=\{0,v_1+2,v_1+v_2+4,v_1+v_2+v_3+4,v_1+v_2+v_3+v_4+4,v_1+v_2+v_3+v_4+v_5+5,\rightarrow ...\}$ if and only if

$v_1\geq 2$, $v_2=v_3=v_4=v_5=1$ and $v_1\neq 4$.

Example 2.5 Let's $v_1=v_2=3, v_3=2$ and $v_4=v_5=1$ in Theorem 2.1. Then we will write following equalities: Thus we obtain numerical semigroup $S=\{0,4,8,12,13,15,\rightarrow ...\}=\langle 4,13,15,18\rangle$.

$F(S)=3+3+2+1+1+4=14$
$s_5=F(S)+1=3+3+2+1+1+4+1=15$
$s_4=F(S)-v_5=3+3+2+1+1+4-1=13$
$s_3=s_4-v_4=3+3+2+1+4-1=12$
$s_2=s_3-v_3-1=3+3+2+3-2-1=8$
$s_1=s_2-v_2-1=3+3+2-3-1=4.$

Conversely, we consider the numerical semigroup, $S=\{0,4,8,12,13,15,\rightarrow ...\}$. So, we find that

$s_1=4=v_1+1\Rightarrow v_1=3$
$s_2=8=v_1+v_2+2\Rightarrow v_2=3$
$s_3=12=v_1+v_2+v_3+4\Rightarrow v_3=2$
$s_4=13=v_1+v_2+v_3+v_3+4\Rightarrow v_3=1$
$s_5=15=v_1+v_2+v_3+v_3+v_5+5\Rightarrow v_5=1$

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Finally, we obtain $\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$ type sequence of S such that $\{3,3,2,1,1\}$.

Example 2.6. Let's $v_1 = 2, v_2 = 2$ and $v_3 = v_4 = v_5 = 1$ in Theorem 2.2. Then we will write following equalities: Thus we obtain numerical semigroup
$S = \{0,5,7,9,10,12,\rightarrow ...\} = \langle 5,7,9,13\rangle$.

$$F(S) = 2+2+1+1+1+4 = 11$$
$$s_5 = F(S)+1 = 2+2+1+1+1+4+1 = 12$$
$$s_4 = F(S)-v_5 = 2+2+1+1+1+4-1 = 10$$
$$s_3 = s_4 - v_4 = 2+2+1+1+4-1 = 9$$
$$s_2 = s_3 - v_3 - 1 = 2+2+1+4-1-1 = 7$$
$$s_1 = s_2 - v_2 = 2+2+3-2 = 5.$$

Conversely, we consider the numerical semigroup, $\{0,5,7,9,10,12,\rightarrow ...\}$. So, we find that

$$s_1 = 5 = v_1 + 3 \Rightarrow v_1 = 2$$
$$s_2 = 7 = v_1 + v_2 + 3 \Rightarrow v_2 = 2$$
$$s_3 = 9 = v_1 + v_2 + v_3 + 4 \Rightarrow v_3 = 1$$
$$s_4 = 10 = v_1 + v_2 + v_3 + v_3 + 4 \Rightarrow v_3 = 1$$
$$s_5 = 12 = v_1 + v_2 + v_3 + v_3 + v_5 + 5 \Rightarrow v_5 = 1$$

Finally, we obtain $\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$ type sequence of S such that $\{2,2,1,1,1\}$.

Example 2.7. Let's $v_1 = 4, v_2 = 2$ and $v_3 = v_4 = v_5 = 1$ in Theorem 2.3. Then we will write following equalities: Thus we obtain numerical semigroup
$S = \{0,5,10,11,12,18,\rightarrow ...\} = \langle 5,11,12,14,18\rangle$.

$$F(S) = 4+2+1+1+1+4 = 13$$
$$s_5 = F(S)+1 = 4+2+1+1+1+4+1 = 14$$
$$s_4 = F(S)-v_5 = 4+2+1+1+1+4-1 = 12$$
$$s_3 = s_4 - v_4 = 4+2+1+1+4-1 = 11$$
$$s_2 = s_3 - v_3 = 4+2+1+3-2-1 = 10$$
$$s_1 = s_2 - v_2 - 1 = 4+2+2-2-1 = 5.$$

Conversely, we consider the numerical semigroup, $\{0,5,10,11,12,18,\rightarrow ...\}$. So, we find that

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$s_1 = 5 = v_1 + 1 \Rightarrow v_1 = 4$
$s_2 = 10 = v_1 + v_2 + 4 \Rightarrow v_2 = 2$
$s_3 = 11 = v_1 + v_2 + v_3 + 4 \Rightarrow v_3 = 1$
$s_4 = 12 = v_1 + v_2 + v_3 + v_3 + 4 \Rightarrow v_3 = 1$
$s_5 = 18 = v_1 + v_2 + v_3 + v_3 + v_5 + 5 \Rightarrow v_5 = 1$

Finally, we obtain $\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$ type sequence of S such that $\{4,2,1,1,1\}$.

Example 2.8. Let's $v_1 = 3$ and $v_2 = v_3 = v_4 = v_5 = 1$ in Theorem 2.4. Then we will write following equalities: Thus we obtain numerical semigroup
$S = \{0,5,8,9,10,12,\rightarrow ...\} = \langle 5,8,9,12 \rangle$.

$F(S) = 3+1+1+1+1+4 = 11$
$s_5 = F(S)+1 = 3+1+1+1+1+4+1 = 12$
$s_4 = F(S) - v_5 = 3+1+1+1+1+4-1 = 10$
$s_3 = s_4 - v_4 - 1 = 3+1+1+1+4-1 = 9$
$s_2 = s_3 - v_3 - 1 = 3+1+1+4-1 = 8$
$s_1 = s_2 - v_2 - 1 = 3+1+3-1-1 = 5.$

Conversely, we consider the numerical semigroup, $\{0,5,8,9,10,12,\rightarrow ...\}$. So, we find that

$s_1 = 5 = v_1 + 2 \Rightarrow v_1 = 3$
$s_2 = 8 = v_1 + v_2 + 4 \Rightarrow v_2 = 1$
$s_3 = 9 = v_1 + v_2 + v_3 + 4 \Rightarrow v_3 = 1$
$s_4 = 10 = v_1 + v_2 + v_3 + v_3 + 4 \Rightarrow v_3 = 1$
$s_5 = 12 = v_1 + v_2 + v_3 + v_3 + v_5 + 5 \Rightarrow v_5 = 1$

Finally, we obtain $\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$ type sequence of S such that $\{3,1,1,1,1\}$.

Note: This study constitutes a part of M. Sait Alakuş's PhD Thesis at Dicle University, Institute of Science, Department of Mathematics.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

REFERENCES

[1] Froberg, R., Gotlieb, C., and Haggkvist, R. (1987).On numerical semigroups. *Semigroup Forum, 35*, 63-68.

[2] Rosales, J.C. and Garcia-Sanchez, P.A. (2009). Numerical semigroups. New York: Springer 181.

[3] D'annaMarco, (1998), Type Sequences of numerical semigroups, Semigroup Forum, 56, 1-31.

[4] Rosales, J.C., (1996). On numerical semigroups, *Semigroup Forum*, 52, 307-318

[5] Rosales, J.C., (1996). On symmetric numerical semigroups, *Journal of Algebra*, 182, 422-434.

[6] Sanchez, Garcia, P.A. and Ojeda Ignacio, (2019). Almost symmetric numerical semigroups with high type, *Turkish Journal of Mathmatics*, 43, 2499-2510.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ON THE GENUS AND FROBENIUS NUMBER OF SOME NUMERICAL SEMIGROUPS WITH THE DETERMINE NUMBER FIVE

Mehmet Sait ALAKUŞ

Dicle University, Institute of Science, Department of Mathematics, alakusmehmetsait@gmail.com, Diyarbakır, TURKEY, ORCID NO:0000-0002-6977-7630

Prof. Dr. Sedat İlhan

Dicle University, Institute of Science, Department of Mathematics, sedati@dicle.edu.tr, Diyarbakır, TURKEY, ORCID NO:0000-0002-6608-8848

ABSTRACT

In this study we will give some results about frobenius number and genus of some numerical semigroups with the determine number five.

1. Introduction

Let $\mathbb{N}$ and $\mathbb{Z}$ be nonnegative integers and integers, respectively. Let S be subset of if

i. $0 \in S$,

ii. $b_1 + b_2 \in S$, *for all* $b_1, b_2 \in S$,

iii. $\gcd(S) = 1$

then S is called a numerical semigroup. (this condition is equivalent to and $\gcd(S)$ =greatest common divisor the element of S). The number $F(S) = \max\{x \in \mathbb{Z} : x \notin S\}$ and $n(S) = Card(\{0,1,2,...,F(S)\} \cap S)$ is called the Frobenius number and determine number of S , respectively. Let S be a numerical semigroup $\left(\textit{for details see} [1,2,4] \right)$

The elements in $\mathbb{N}$ but not in S are called gaps of S . The set of all gaps of S is denoted by $H(S)$. That is, it is expressed as $H(S) = \{y \in \mathbb{N} : y \notin S\}$.

The number $G(S) = Card(H(S))$ is called genus of S . It is known that $F(S) + 1 = n(S) + G(S)$ $\left(\textit{for details see} [2,6] \right)$.

We give following definitions for a numerical semigroup S

$$S_i = \{s \in S : s \geq s_i\} \text{ for } i \geq 0,\ s_i \in S;$$

$$S(i) = \{k \in \mathbb{Z} : k + S_i \in S\}.$$

Here, every the set $S(i)$ is a numerical semigroup and we write the following chain:

$$S_n \subset S_{n-1} \subset ... \subset S_1 \subset S_0 = S = S(0) \subset S(1) \subset ... \subset S(n-1) \subset S(n) = \mathbb{Z}.$$

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

The number $q(S) = Card(S(1)\setminus S)$ is called the type of S. Likewise, we put, for $i = 1,2,...,n = n(S)$; $q_i(S) = Card(S(i)\setminus S(i-1))$. In this way, it is possible to associate with every numerical semigroup S a numerical sequence $\{q_1, q_2, ..., q_{n(S)}\}$ which is called the type sequence of S. It is known that, $1 \le q_i(S) \le q_1(S)$ and $q_1(S) = q(S)$ $\left(\textit{for details see}[3]\right)$

In this study we will give some results about frobenius number and genus of some numerical semigroups with the determine number five.

2. Main Results

Teorem 1.1. Let $S = \{0, q_1+1, q_1+q_2+2, q_1+q_2+q_3+4, q_1+q_2+q_3+q_4+4, q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+5, \to ...\}$ be a numerical semigroup and $n(S) = 5$. If the type sequence $\{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5\}$ of S satisfies the conditions $q_1 = q_2 \ge q_3 + 1$, $q_4 = q_5 = 1$ and $q_1 - q_3 \ne 3$ then we have

a) $F(S) = 3q_1 + 5$

b) $G(S) = 3q_1 + 1$

Proof. Let $S = \{0, q_1+1, q_1+q_2+2, q_1+q_2+q_3+4, q_1+q_2+q_3+q_4+4, q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+5, \to ...\}$ be a numerical semigroup and $n(S) = 5$. Also, the type sequence $\{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5\}$ of S satisfies the conditions $q_1 = q_2 \ge q_3 + 1$, $q_4 = q_5 = 1$ and $q_1 - q_3 \ne 3$. Then we write that

$$s_1 = q_1 + 1,$$
$$s_2 = q_1 + q_2 + 2 = 2q_1 + 2, (q_1 = q_2),$$
$$s_3 = q_1 + q_2 + q_3 + 4 = 3q_1 + 3, (q_1 = q_2 \ge q_3 + 1)$$
$$s_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + 4 = 3q_1 + 4, (q_1 = q_2 \ge q_3 + 1, q_4 = 1),$$
$$s_5 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + 5 = 3q_1 + 6, (q_1 = q_2 \ge q_3 + 1, q_4 = q_5 = 1).$$

Thus we find $S = \{0, q_1+1, 2q_1+2, 3q_1+3, 3q_1+4, 3q_1+6, \to ...\}$.

In this case, it is clear that $F(S) = 3q_1 + 5$ from the definition of $F(S)$.

On the other hand, we obtain

$G(S) = (3q_1 + 5) + 1 - 5 = 3q_1 + 1$ since $G(S) = F(S) + 1 - n(S)$.

Teorem 1.2. Let $S = \{0, q_1+3, q_1+q_2+3, q_1+q_2+q_3+4, q_1+q_2+q_3+q_4+4, q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+5, \to ...\}$ be a numerical semigroup and $n(S) = 5$. If the type sequence $\{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5\}$ of S satisfies the conditions $q_1 \ge 2, q_2 = 2$, $q_1 \ne 3$ and $q_3 = q_4 = q_5 = 1$ then we have

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

a) $F(S)=q_1+9,$

b) $G(S)=q_1+5$

Proof. Let

$S=\{0,q_1+3,q_1+q_2+3,q_1+q_2+q_3+4,q_1+q_2+q_3+q_4+4,q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+5,\rightarrow ...\}$ be a numerical semigroup and $n(S)=5.$ Also, the type sequence $\{q_1,q_2,q_3,q_4,q_5\}$ of S satisfies the conditions $q_1\geq 2, q_2=2,$ $q_1\neq 3$ and $q_3=q_4=q_5=1.$ Then we write that

$s_1=q_1+3,$
$s_2=q_1+q_2+3=q_1+5,(q_1\geq 2,q_2=2,q_1\neq 3),$
$s_3=q_1+q_2+q_3+4=q_1+7,(q_1\geq 2,q_2=2,q_1\neq 3,q_3=1)$
$s_4=q_1+q_2+q_3+q_4+4=q_1+8,(q_1\geq 2,q_2=2,q_1\neq 3,q_3=q_4=1),$
$s_5=q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+5=q_1+10,(q_1\geq 2,q_2=2,q_1\neq 3,q_3=q_4=q_5=1).$

Thus we find $S=\{0,q_1+3,q_1+5,q_1+7,q_1+8,q_1+10,\rightarrow ...\}$.

In this case, it is clear that $F(S)=q_1+9$ from the definition of $F(S)$.

On the other hand, we obtain

$G(S)=(q_1+9)+1-5=q_1+5$ since $G(S)=F(S)+1-n(S)$.

Teorem 1.3. Let

$S=\{0,q_1+1,q_1+q_2+4,q_1+q_2+q_3+4,q_1+q_2+q_3+q_4+4,q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+5,\rightarrow ...\}$ be a numerical semigroup and $n(S)=5.$ If the type sequence $\{q_1,q_2,q_3,q_4,q_5\}$ of S satisfies the conditions $q_1=q_2+2$, $q_3=q_4=q_5=1$ then we have

a) $F(S)=2q_1+5,$

b) $G(S)=2q_1+1$

Proof. Let

$S=\{0,q_1+1,q_1+q_2+4,q_1+q_2+q_3+4,q_1+q_2+q_3+q_4+4,q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+5,\rightarrow ...\}$ be a numerical semigroup and $n(S)=5.$ Also, the type sequence $\{q_1,q_2,q_3,q_4,q_5\}$ of S satisfies the conditions $q_1=q_2+2$, $q_3=q_4=q_5=1$. Then we write that

$s_1=q_1+1,$
$s_2=q_1+q_2+4=2q_1+2,(q_1=q_2+2),$
$s_3=q_1+q_2+q_3+4=2q_1+3,(q_1=q_2+2,q_3=1)$
$s_4=q_1+q_2+q_3+q_4+4=2q_1+4,(q_1=q_2+2,q_3=q_4=1),$
$s_5=q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+5=2q_1+6,(q_1=q_2+2,q_3=q_4=q_5=1).$

Thus we find $S=S=\{0,q_1+1,2q_1+2,2q_1+3,2q_1+4,2q_1+6,\rightarrow ...\}$.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

In this case, it is clear that $F(S)=2q_1+5$ from the definition of $F(S)$.

On the other hand, we obtain

$G(S)=(2q_1+5)+1-5=2q_1+1$ since $G(S)=F(S)+1-n(S)$.

Teorem 1.4. Let $S=\{0,q_1+2,q_1+q_2+4,q_1+q_2+q_3+4,q_1+q_2+q_3+q_4+4,q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+5,\rightarrow ...\}$ be a numerical semigroup and $n(S)=5$. If the type sequence $\{q_1,q_2,q_3,q_4,q_5\}$ of S satisfies the conditions $q_1\geq 2$, $q_2=q_3=q_4=q_5=1$ and $q_1\neq 4$ then we have

a) $F(S)=q_1+8$,
b) $G(S)=q_1+4$

Proof. Let $S=\{0,q_1+2,q_1+q_2+4,q_1+q_2+q_3+4,q_1+q_2+q_3+q_4+4,q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+5,\rightarrow ...\}$ be a numerical semigroup and $n(S)=5$. Also, the type sequence $\{q_1,q_2,q_3,q_4,q_5\}$ of S satisfies the conditions $q_1\geq 2$, $q_2=q_3=q_4=q_5=1$ and $q_1\neq 4$. Then we write that

$s_1=q_1+2$,
$s_2=q_1+q_2+4=q_1+5,(q_1\geq 2,q_2=1)$,
$s_3=q_1+q_2+q_3+4=q_1+6,(q_1\geq 2,q_2=q_3=1)$
$s_4=q_1+q_2+q_3+q_4+4=q_1+7,(q_1\geq 2,q_2=q_3=q_4=1)$,
$s_5=q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+5=q_1+9,(q_1\geq 2,q_2=q_3=q_4=q_5=1)$.

Thus we find $S=\{0,q_1+2,q_1+5,q_1+6,q_1+7,q_1+9,\rightarrow ...\}$.

In this case, it is clear that $F(S)=q_1+8$ from the definition of $F(S)$.

On the other hand, we obtain

$G(S)=(q_1+8)+1-5=q_1+4$ since $G(S)=F(S)+1-n(S)$.

Example 1.5. Let's $q_1=q_2=4,q_3=3$ and $q_4=q_5=1$ in Theorem 1.1. Then we will write following equalities: Thus we obtain numerical semigroup $S=\{0,5,10,15,16,18,\rightarrow ...\}=\langle 5,16,18,19,22,26\rangle$ We can write the numerical semigroup $S=\{0,q_1+1=5,2q_1+2=10,3q_1+3=15,3q_1+4=16,3q_1+6=18,\rightarrow ...\}$ with respect to q_1 as follows. We obtain

$F(S)=3q_1+5=17$,
$G(S)=F(S)+1-n(S)=(3q_1+5)+1-5=3q_1+1=13$

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

of the numerical semigroup S with respect to q_1.

Example 1.6. Let's $q_1 = 2, q_2 = 2, q_3 = q_4 = q_5 = 1$ in Theorem 1.2. Then we will write following equalities: Thus we obtain numerical semigroup $S = \{0,5,7,9,10,12,\rightarrow ...\} = \langle 5,7,9,13\rangle$ We can write the numerical semigroup $S = \{0, q_1+3=5, q_1+5=7, q_1+7=9, q_1+8=10, q_1+10=12, \rightarrow ...\}$ with respect to q_1 as follows. We obtain

$$F(S) = q_1 + 9 = 11,$$
$$G(S) = F(S) + 1 - n(S) = (q_1 + 9) + 1 - 5 = q_1 + 5 = 7$$

of the numerical semigroup S with respect to q_1.

Example 1.7. Let's $q_1 = 5, q_2 = 3, q_3 = q_4 = q_5 = 1$ in Theorem 1.3. Then we will write following equalities: Thus we obtain numerical semigroup $S = \{0,6,12,13,14,16,\rightarrow ...\} = \langle 6,13,14,16,17,21\rangle$ We can write the numerical semigroup $S = \{0, q_1+1=6, 2q_1+2=12, 2q_1+3=13, 2q_1+4=14, 2q_1+6=16, \rightarrow ...\}$ with respect to q_1 as follows. We obtain

$$F(S) = 2q_1 + 5 = 15,$$
$$G(S) = F(S) + 1 - n(S) = (2q_1 + 5) + 1 - 5 = 2q_1 + 1 = 11$$

of the numerical semigroup S with respect to q_1.

Example 1.8. Let's $q_1 = 5, q_2 = q_3 = q_4 = q_5 = 1$ in Theorem 1.4. Then we will write following equalities: Thus we obtain numerical semigroup $S = \{0,7,10,11,12,14,\rightarrow ...\} = \langle 7,10,11,12,15,16\rangle$ We can write the numerical semigroup $S = \{0, q_1+2=7, q_1+5=10, q_1+6=11, q_1+7=12, q_1+9=14, \rightarrow ...\}$ with respect to q_1 as follows. We obtain

$$F(S) = q_1 + 8 = 13,$$
$$G(S) = F(S) + 1 - n(S) = (q_1 + 8) + 1 - 5 = q_1 + 4 = 9$$

of the numerical semigroup S with respect to q_1.

Note: This study constitutes a part of M. Sait Alakuş's PhD Thesis at Dicle University, Institute of Science, Department of Mathematics.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

REFERENCES

[1] Froberg, R., Gotlieb, C., and Haggkvist, R. (1987).On numerical semigroups. *Semigroup Forum, 35*, 63-68.

[2] Rosales, J.C. and Garcia-Sanchez, P.A. (2009). Numerical semigroups. New York: Springer 181.

[3] D'annaMarco, (1998), Type Sequences of numerical semigroups, Semigroup Forum, 56, 1-31.

[4] Rosales, J.C., (1996). On numerical semigroups, *Semigroup Forum*, 52, 307-318

[5] Rosales, J.C., (1996). On symmetric numerical semigroups, *Journal of Algebra*, 182, 422-434.

[6] Sanchez, Garcia, P.A. and Ojeda Ignacio, (2019). Almost symmetric numerical semigroups with high type, *Turkish Journal of Mathmatics*, 43, 2499-2510.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

YOĞUN BAKIM ÜNİTELERİNDE KARBAPENEM DİRENÇLİ ENTEROBACTERALES ENFEKSİYONLARI: SEFTAZİDİM-AVİBAKTAM DENEYİMİ

Doktor Öğretim Üyesi Nurbanu Sezak
İzmir Demokrasi Üniversitesi Tıp Fakültesi Buca Seyfi Demirsoy Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Enfeksiyon Hastalıkları Kliniği
drsezak@yahoo.com
ORCID ID: 0000-0001-9472-1340

Doçent Doktor Pınar Ayvat
İzmir Demokrasi Üniversitesi Tıp Fakültesi Buca Seyfi Demirsoy Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D.
pinar.ayvat@idu.edu.tr
ORCID ID: 0000-0002-9941-3109

ÖZET

Yoğun Bakım Ünitesinde (YBÜ) izlenen hastalarda gelişen sağlık bakımı ilişkili enfeksiyonlar (SBİE), önemli bir morbidite ve mortalite nedenidir. Son yıllarda, SBİE etkeni olan Gram negatif bakterilerde karbapenem direnç oranları giderek artmaktadır. Bu çalışmada amaç, karbapenem dirençli enterobacterales (KDE) ile gelişen SBİE tedavisinde seftazidim-avibaktam tedavisi konusundaki deneyimimizin olgu üzerinden örneklendirerek aktarılmasıdır. Hastanemizdeki 150 yataklı YBÜ'sinde 2023 yılı itibariyle 57 hasta KDE enfeksiyonu nedeniyle seftazidim-avibaktam tedavisi almıştır. Dirençli etkenlerle gelişen enfeksiyonların tedavisinde, enfeksiyon hastalıkları ile yoğun bakım uzmanlarının iletişimi ve laboratuvar ile iş birliği çok önemli ve değerlidir. Bu sayede, kritik hastaların gecikmeden doğru tedaviyi alabilmesi sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler: Yoğun Bakım Ünitesi, Sağlık Bakımı İlişkili Enfeksiyon, Karbapenem Dirençli Enterobacterales, Seftazidim-Avibaktam

1. GİRİŞ

Yoğun Bakım Ünitesinde (YBÜ) izlenen hastalarda gelişen sağlık bakımı ilişkili enfeksiyonlar (SBİE), önemli bir morbidite ve mortalite nedenidir. Mortalite ve morbiditenin yüksek olmasının nedeni, YBÜ'nde izlenen hastaların altta yatan ağırlaştırıcı faktörlerinin yanısıra, etken mikroorganizmaların direnç paternlerinin tedavi seçeneklerini kısıtlamasıdır. Son yıllarda, SBİE etkeni olan Gram negatif bakterilerde karbapenem direnç oranlarının artması dikkat çekicidir (1). Bu çalışmada amaç, karbapenem dirençli *Klebsiella pneumoniae* suşunun neden olduğu SBİE nedeniyle seftazidim-avibaktam tedavisi verilen bir hasta üzerinden, konuyla ilgili deneyimimizi aktarmaktır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2. OLGU

Nefes darlığı ve öksürük yakınmasıyla acil servise başvuran 61 yaşındaki kadın hastanın yapılan ilk değerlendirmesinde akciğerlerde dinlemekle çift taraflı yaygın inspiratuvar ve ekspiratuvar ronküsler saptandı. Diğer fizik bakı bulguları olağan olan, bilinen kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) ve hipertansiyon (HT) tanıları olan hastanın maskeyle oksijen tedavisi altında parmak ucu saturasyonu %92 olarak saptandı. Laboratuvar değerlendirmesinde lökositoz ve akut faz reaktanlarında (AFR) yükseklik saptanan hastanın toraks bilgisayarlı tomografisinde (TBT) bilateral alt zonlarda pnömonik infiltrasyon saptanması nedeniyle, toplum kaynaklı pnömoni öntanısıyla, non-invaziv mekanik ventilasyon desteği (NIMV) amacıyla ikinci basamak YBÜ'ne yatırıldı. Ampirik antienfektif tedavisi, seftriakson, moksifloksasin ve oseltamivir olarak düzenlendi. Takibinde solunum arresti gelişen hasta entübe edilerek mekanik ventilatöre bağlandı. Ventilatörün üçüncü gününde, oksijenizasyonu bozulan ve tüp içi sekresyonunda artış olan hastadan trakeal sekret örneğinden kültür alındı. Kontrol laboratuvar bulgularında lökosit ve AFR artışı görülen hastanın almakta olduğu antienfektif tedavileri sonlandırılarak meropenem ve kolistin olarak revize edildi. Takibinde solunum parametrelerinde düzelme sağlanamayan hastanın solunum yolu örneğinde Klebsiella Pneumoniae ürediği ve karbapenem direnci olduğu, seftazidim-avibaktam in vitro duyarlı saptandığı görüldü. Ampirik tedavi üçüncü günde sonlandırılarak, etken yönelik seftazidim-avibaktam tedavisi başlandı. Bu tedavinin üçüncü gününden itibaren solunum parametrelerinde iyileşme ve tüp içi sekresyonunda azalma sağlandı, AFR geriledi. Tedavinin sekizinci gününde hasta ekstübe edildi. Antibiyoterapinin onuncu gününe gelindiğinde, tek bacakta çap artışı gelişen olgunun venöz doppler ultrason incelemesinde akut derin ven trombozu saptandı. Düşük molekül ağırlıklı heparin (DMAH) tedavisinin dozu arttırıldı. Antibiyoterapisi 14. gününde sonlandırılan hastada, Heparin ilişkili trombositopeni gelişti. Bu yönden DMAH kesilerek fondaparinuks tedavisine geçildi. Enfeksiyon yönünden yanıt alınmış olmasına rağmen hasta, trombositopenisinin derinleşmesi nedeniyle yoğun bakımdan çıkarılamadı. Takibinde re-entübe olan olgu, kardiyak arrest nedeniyle kaybedildi.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Hastanemiz, üniversiteye afiliye bir üçüncü basamak eğitim ve araştırma hastanesi olup 300 yatak kapasitesindedir. Bu yatakların 150'sini YBÜ oluşturmaktadır. Bu kapsamda hastanemizde, iki adet ikinci basamak, iki adet üçüncü basamak YBÜ bulunmaktadır. Bu nedenle, tüm Ege Bölgesi'nden YBÜ'ne hasta kabulü yapılmaktadır.

Enterobacterales üyeleri, insanda üriner sistem, akciğer, dolaşım sistemi enfeksiyonlarına yol açabilen ve sepsis gibi hayatı tehdit eden tablolara da yol açabilen yaygın patojenlerdir. Bu etkenlere bağlı gelişen enfeksiyonlar, toplum kaynaklı olabildiği gibi SBİE'ların da sık görülen etkenleri arasındadır. Ancak, SBİE tablolarında, toplumdan edinilen enfeksiyonlara oranla antibiyotik direnci çok daha ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır (2). Yakın zamana kadar karbapenem tedavisiyle üstesinden gelebildiğimiz genişlemiş spektrumlu beta laktamaz (GSBL) salgılayan suşların yerini, artık kabapenemleri de parçalama özelliğine sahip beta-laktamazlara sahip suşlar almaktadır. Karbapenemlerin yaygın kullanımı da bu suşların seçimine katkıda bulunmuş ve alternatif tedavi seçeneklerine ihtiyacın artmasına neden

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

olmuştur (3, 4). Karbapenem dirençli Gram negatif etkenlerle gelişen enfeksiyonların tedavisinde, anti-psödomonal etkinliği de sahip bir üçüncü kuşak sefalosporin olan seftazidim ile yeni kuşak bir beta-laktamaz inhibitörü olan avibaktam kombinasyonu, ülkemizde de geri ödeme kapsamında kullanabildiğimiz nispeten yeni bir tedavi seçeneğidir. Seftazidim-avibaktamın in vitro etkinliğinin değerlendirildiği bir çalışmada, GSBL salgılayan enterobaclerales suşlarında karbapenem direnci%41.2, seftazidim-avibaktam direnci %9.6 olarak saptanmıştır (2).

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de karbapenem dirençli enterobacterales enfeksiyonların insidansındaki artış endişe vericidir. Uzun vadede, antibiyoterapi seçeneklerinin artmasından daha önemli ve etkili olanın hastalar arası yayılımın engellenmesi için izolasyon kurallarına uyulması, dirençli suşların seçiminin önüne geçilebilmesi için akılcı antibiyotik kullanım politikalarını benimsemek olduğu unutulmamalıdır. Bu çerçevede enfeksiyon kontrol önlemlerine uyulması ve düzenli sürveyans çalışmalarının sürdürülmesi, laboratuvar ve klinisyen iş birliğinin desteklenmesi çok değerli olacaktır.

KAYNAKÇA

1. Erdem H. A., Başkol D., Akel N. U., Küçükler N. D., Ulusoy B., Korkmaz N. B., Arda B. (2024). Salgın bizim işimiz: Karbapenem dirençli Enterobacteriaceae salgın yönetimi. Ege Tıp Dergisi, 63(2), 292-298.
2. Bilgin M, İşler H, Başbulut E, Görgün S. (2023). Genişlemiş Spektrumlu Beta-Laktamaz Üreten Enterobacteriaceae İzolatlarına Karşı Seftazidim- Avibaktam'ın in Vitro Etkinliğinin Araştırılması. Journal of Immunology and Clinical Microbiology, 8(1):17-23.
3. Sheu C. C., Chang Y. T., Lin S. Y., Chen Y. H., & Hsueh P. R. (2019). Infections Caused by Carbapenem-Resistant Enterobacteriaceae: An Update on Therapeutic Options. Frontiers in microbiology, 10, 80.
4. Shirley M. (2018). Ceftazidime-Avibactam: A Review in the Treatment of Serious Gram-Negative Bacterial Infections. Drugs, 78(6), 675–692.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

PERİNÖRAL İNVAZYONLU PROSTAT KANSERİNDE HİPOFRAKSİYONE RADYOTERAPİ UYGULANMASININ TEDAVİ YANIT ETKİSİ

Doç. Dr. Sema Rakıcı

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi radyasyon Onkolojisi, Rize.

sema.rakici@erdogan.edu.tr- ORCID ID: 0000-0002-5543-9761

Dr. Öğretim Üyesi Özgür Altmışdörtoğlu

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi, Rize.

drozgur64oglu@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0683-544X

ABSTRACT

Giriş /Amaç: Son zamanlarda prostat kanserinde hipofraksiyone radyoterapi/ konvansiyonel radyoterapi (RT)'ye karşın artan sıklıkla tercih edilmektedir. Bu çalışmanın amacı, prostat radyoterapisi uygulanan hastalarda tedaviye dirençli olduğu bilinen perinöral invazyon (PNİ) varlığında, uygulanan RT tekniğinin hipofraksiyone veya konvansiyonel olmasının tedavi yanıtı üzerine etkisi araştırıldı.

Gereç Yöntem: Çalışmaya üniversitemiz radyasyon onkolojisi kliniğinde RT alan 44 hasta retrospektif olarak incelendi. Hastaların patoloji raporları, RT tekniklerine dair bilgiler hasta dosyaları ve bilgisayar kayıtlarından elde edildi. Hastalar aldıkları günlük RT fraksiyon dozu ve toplam doza göre gruplandırıldı. Günlük doz 200 cGy fraksiyon uygulamaları konvansiyonel (KONV), günlük RT dozu 250cGy fraksiyon olanlar hipofraksiyone (HİPO), intraprostatik boost yapılmış ise İPB teknik olarak sınıflandırıldı. 200 cGy/38 frx (KONV 76), 200 cGy/98 frx (KONV 78), konvansiyonel teknikte intraprostatik boost yapılanlar (IPB-KONV 80), günlük 250cGy/28 frx (HİPO70), hipofraksiyone teknikte intraprostatik boost yapılanlar IPB-HİPO 72,5 olarak adlandırıldı. PNİ olan hastalarda RT tekniği ile ilişkili tedavi yanıt değerlendirilmesi amacıyla PSA yanıtı incelendi. ***İstatistiksel Değerlendirme:*** *Araştırmadan elde edilen veriler kodlandıktan sonra analizler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) (Version 22 for Windows, SPSS Inc, Chicago, IL, USA) paket programında bilgisayara aktarıldı ve değerlendirildi.*

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Bulgular: Çalışmaya prostat kanseri tanılı 44 hasta dahil edildi. Yaş ortalaması: 68.9 yıl (min-max 53-84) idi. 21 hastada PNİ varken, 23 hastada ise PNİ yoktu. KONV grupta 15 hasta (%53,6) PNI varken, 13 hasta (%46,4) PNİyoktu, HİPO grupta ise 6 hastada (%37,5) hastada PNİ varken, 10 hastada (%62,5) hastada PNİ yoktu. Tüm gruplar için tüm RT tekniğinde PSA değerlerinin zamana göre istatistiksel anlamlı düzeyde düşüş gösterdiği belirlendi. Ancak zamana göre değişime RT tekniğinin anlamlı düzeyde bir etkisinin olmadığı belirlendi. PNİ varlığında KONV vs HİPO RT tekniğinin uygulanması veya HİPO vs IPB-HYPO 72,5 tekniğinin uygulanması PSA düşüşü bakımından istatiksel anlamlılık değerine ulaşmadı. PNİ mevcut hastalarda iki tekniğinin (KONV ve HİPO) PSA azalma yüzdesinin zamana göre değişiminde HİPO tekniğinde azalma oranı daha fazla idi, ancak aradaki fark istatiksel olarak anlamlı bulunmadı.

Sonuç: Çok küçük bir örneklem grubunda değerlendirme yaptığımız bu çalışma verisine göre PNİ varlığında hipofraksiyone RT uygulanması PSA sonuçlarını daha fazla düşürdü, ancak fark istatiksel anlamlı düzeye ulaşmadı. Seçilebilecek spesifik hasta popülasyonlarında daha fazla hasta katılımlı çalışmalar ile hipofraksiyone RT'nin etkinliğini ortaya koyacak ek çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Prostat kanseri, perinöral invazyon, hipofraksiyone radyoterapi, tedavi yanıt, PSA.

GİRİŞ

Perinöral invazyon (PNİ), prostat kanseri hastalarında radyoterapi (RT) tedavisinin başarısını etkileyebilen önemli bir faktördür. Özellikle, çalışmalar perinöral invazyonun definitif eksternal RT uygulanan hastalarda daha düşük biyokimyasal nükssüz sağkalım oranı ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu durum, tedavi planlaması sırasında PNİ varlığını ele alınması ve izlenmesinin prostat kanseri RT sonuçlarının optimize etmek için çok önemli olduğunu göstermektedir (1, 2).

Hipofraksiyone RT, geleneksel RT'ye kıyasla daha az seansta daha yüksek dozda radyasyon veren bir tedavi yaklaşımıdır. Kanser hücrelerinin sinirler boyunca yayılması olan PNİ ve yüksek Gleason skoru, prostat kanseri hastalarında artan tedavi başarısızlığını öngören faktörlerdir (3). Bu nedenle, bu faktörler prostat kanseri hastalarında mümkün olan en iyi

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

sonuçları elde etmek için en uygun tedavi stratejisini belirlerken dikkate alınması gereken önemli hususlardır.

Araştırmalar, hipofraksiyone RT'nin PNİ veya yüksek Gleason skoru olan prostat kanseri hastaları için faydalı bir tedavi seçeneği olabileceğini, göstermektedir. Seçilebilecek spesifik hasta popülasyonlarında hipofraksiyone RT'nin etkinliğini daha fazla değerlendirmek için ek çalışmalar devam etmektedir (4).

Çalışmamızda prostat kanserli RT uygulanan hastalarda PNİ varlığında PSA yanıtlarını inceledik. Son yıllarda uygulanmakta olan hipofraksiyone RT'nin PNİ pozitif hastalardaki tedavi üzerine PSA yanıt etkisini değerlendirdik.

GEREÇ YÖNTEM

Çalışmaya üniversitemiz radyasyon onkolojisi kliniğinde RT alan 44 hasta retrospektif olarak incelendi. Hastaların patoloji raporları, RT tekniklerine dair bilgiler hasta dosyaları ve bilgisayar kayıtlarından elde edildi. Hastalar aldıkları günlük RT fraksiyon dozu ve toplam doza göre gruplandırıldı. Günlük doz 200 cGy fraksiyon uygulamaları konvansiyonel (KONV), günlük RT dozu 250cGy fraksiyon olanlar hipofraksiyone (HİPO), intraprostatik boost yapılmış ise IPB teknik olarak sınıflandırıldı. 200 cGy/38 frx (KONV76), 200 cGy/98 frx (KONV 78), konvansiyonel teknikte intraprostatik boost yapılanlar (IPB-KONV 80), günlük 250cGy/28 frx (HİPO70), hipofraksiyone teknikte intraprostatik boost yapılanlar IPB-HYPO 72,5 olarak adlandırıldı (Tablo 1). PNİ olan hastalarda RT tekniği ile ilişkili tedavi yanıt değerlendirilmesi amacıyla PSA yanıtı incelendi.

Tablo 1. Radyoterapi teknik, günlük ve toplam doza göre RT grupları.

Radyoterapi Teknik		**RadyoterapiFrx/toplam doz**
KONV	KONV76	200 cGy/38
	KONV 78	200 cGy/39
	IPB-KONV 80	200 cGy/40
HİPO	HİPO70	250cGy/28
	IPB-HYPO 72,5	250cGy/29

İstatistiksel Değerlendirme: *Araştırmadan elde edilen veriler kodlandıktan sonra analizler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) (Version 22 for Windows, SPSS Inc, Chicago, IL, USA) paket programında bilgisayara aktarıldı ve değerlendirildi. Sürekli değişkenler ortalama ± standart sapma ve ortanca (en küçük değer - en büyük değer) ile ifade edilirken,*

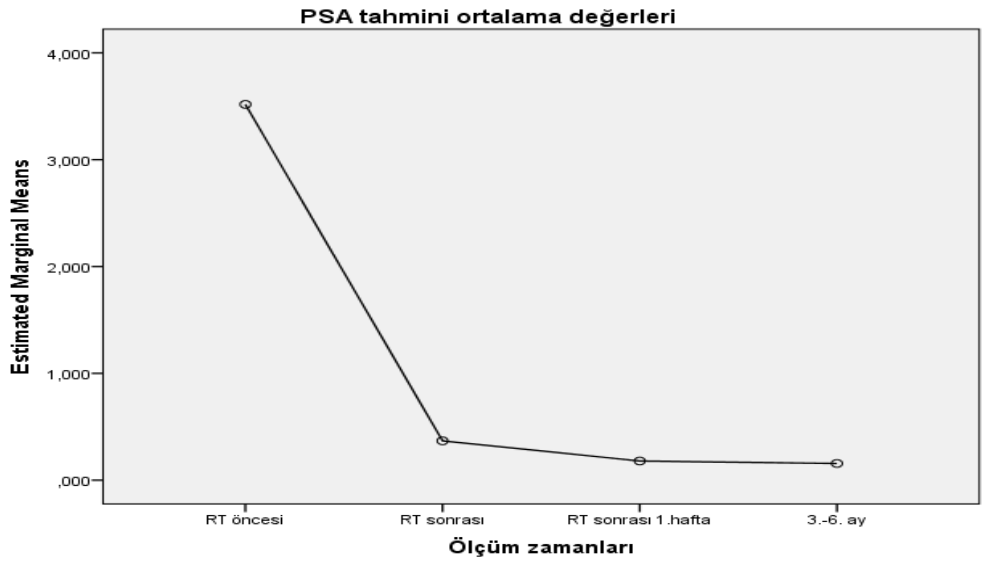
ISBN NR: 978-625-5962-02-7

kategorik değişkenler sayı (%) kullanılarak tanımlandı. İstatistiksel analizlerde sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu "Shapiro Wilk Testi" ile değerlendirildi. Normal dağılıma uymadığı belirlenen verilerin iki grup arasında karşılaştırılmasında "Mann-Whitney U Testi" kullanıldı. PSA değerlerinin zamana göre değişimleri Friedman Test ile değerlendirildi ve ileri analizler için Bonferroni düzeltmesi uygulandı. Tüm karşılaştırmalarda istatistiksel anlamlılık düzeyi p<0,05 olarak kabul edildi. Zamana göre değişim ve zaman RT yöntemi etkisinin değerlendirilmesinde Tekrarlayan ölçümlerde ANOVA testi yapıldı. Çalışmada elde edilen değişkenlerin İki RT yöntemine farklılıkları Mann Whitney U testi ile değerlendirildi.

BULGULAR

Çalışmaya prostat kanseri tanılı 44 hasta dahil edildi. Takip süresi en az 1 yıl- en fazla 2 yıl idi. Yaş ortalaması: 68.9, min-max (53-84) idi. Tüm hastalardan 21 hastada PNİ vardı, 23 hastada ise PNİ yoktu. KONV grupta 15 hasta (%53,6) PNİ varken, 13 hasta (%46,4) PNİ yoktu, HİPO grupta ise 6 hastada (%37,5) hastada PNI varken, 10 hastada (%62,5) hastada PNİ yoktu.

Tüm gruplar için tüm RT tekniğinde PSA değerlerinin zamana göre istatistiksel anlamlı düzeyde düşüş gösterdiği belirlendi (p=0,001). Ancak zamana göre değişime RT tekniğinin anlamlı düzeyde bir etkisinin olmadığı belirlendi (p=0,567) ***(Figur 1).***



Figur 1. *PSA düşüş grafiği. (Zamana göre değişim ve zaman *RT yöntemi etkisinin değerlendirilmesinde Tekrarlayan ölçümlerde ANOVA testi yapıldı). Çalışmada elde edilen değişkenlerin İki RT yöntemine farklılıkları Mann Whitney U testi ile değerlendirildi.*

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çalışmada elde edilen değişkenlerin 5 farklı RT yöntemine ait farklılıkları Kruskall Wallis testi ile değerlendirildi. Değişkenler ve p değerleri tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. *Radyoterapi tekniği ile PSA düşüşü arasındaki zamana göre istatistiksel anlamlılık değerleri.*

	RT Tekniği	
	KONV vs HİPO	**HİPO70 IPB vs IPB-HİPO 72,5 vs KONV 76 vs KONV 78 vs KONV 80**
Değişkenler	**p değeri**	**p değeri**
Başlangıç PSA	0,305	**0,026***
RT öncesi PSA	0,669	0,266
RT sonrası 1. hafta PSA	0,311	0,583
3-6. ay PSA	0,961	0,563
6ay-1.yıl PSA	0,721	0,711
2 yıl PSA	0,949	0,927

**İstatistiksel anlamlılık düzeyi p<0,05*

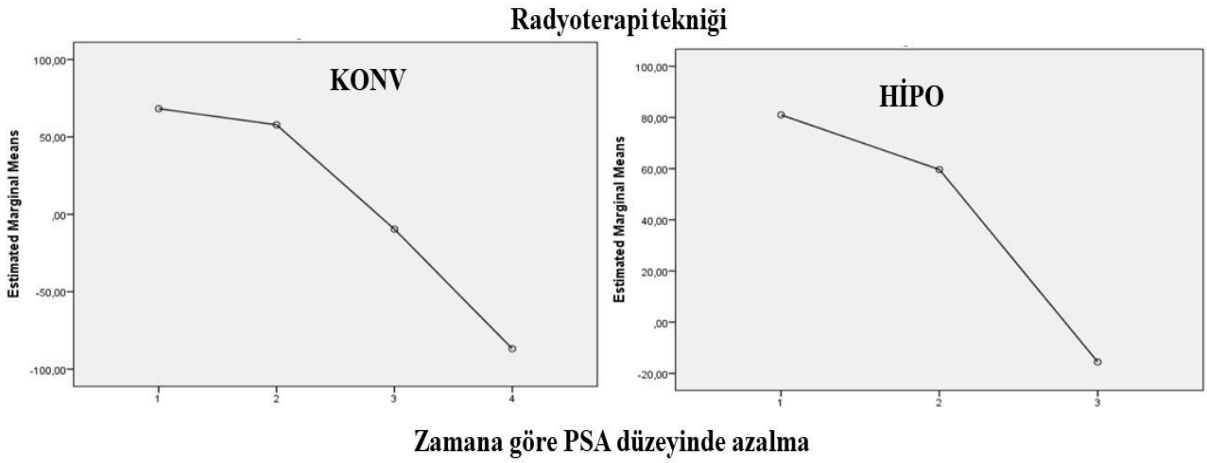
Değişkenlerin PNİ varlığına göre her bir RT yöntemindeki farklılıkları Mann Whitney U testi ile değerlendirildi. PNİ varlığında KONV vs HİPO RT tekniğinin uygulanması veya HİPO vs intraprostatik boost yapılan IPB-HİPO 72,5 tekniğinin uygulanması PSA düşüşü bakımından istatiksel anlamlılık değerine ulaşmadı (Tablo 3).

Tablo 3. *Perinöral invazyon (PNI) varlığında RT teknikleri ve PSA düşüşü arasındaki zamana göre istatistiksel anlamlılık değerleri.*

	PERİNÖRAL İNVAZYON (PNİ) VARLIĞI			
	KONV RT	**HİPO RT**	**HİPO 70**	**IPB-HİPO 72,5**
Değişkenler	P değeri	P değeri	p	p
Yaş	0,405	0,870	0,838	1,00
Başlangıç PSA	0,357	0,232	0,414	0,564
RT öncesi PSA	0,504	0,128	0,221	0,767
RT sonrası 1. hafta PSA	0,381	0,704	0,539	0,554
3-6. Ay PSA	0,799	0,252	0,539	0,767
6ay-1.yıl PSA	0,458	0,826	0,535	0,554
2 yıl PSA	0,822	-	-	-

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

PNİ mevcut hastalarda RT tekniğinin KONV veya HİPO olması durumunda PSA azalma yüzdesinin zamana göre değişimi grafiği aşağıda gösterilmiştir (Figur). HİPO tekniğinde azalma oranı daha fazla olsada istatiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.



Figur 2. *KONV veya HİPO tekniğine göre PNİ'li hastalarda PSA azalma yüzdesinin zamana göre değişimi.*

Tablo 4'de zamana göre azalma oranları her iki radyoterapi yöntemi için verilmiştir. RT öncesi PSA değerleri, RT sonrası 1. hafta, 1. ay, 36. Ay, 1. yıl ve 2. yıl PSA değerlerindeki düşme oranları ve istatiksel anlamlılık değerleri verilmiştir.

Tablo 4. *PNİ'li hastalarda konvansiyonel (KONV) ve hipofraksinasyon (HİPO) RT tekniklerinde zamana göre PSA azalma oranları.*

Değişkenler: **Zamana göre PSA**	**KONV (n:15)** **Azalma yüzdesi (%)**	**HİPO (n:6)** **Azalma yüzdesi (%)**	**P**
RT öncesine göre, RT sonrası 1.hafta	74,16 ±27,91 85,71 (11,11-98,77)	81,00±12,99 85,93 (54,86 - 88,54)	0,938
RT sonrası 1.aya göre, 36. ay	43,42±30,75 51,85 (-20,0 – 90,32)	59,66 ±23,35 61,88 (25,0 - 86,36)	0,293
36. aya göre, 1. yıl	11,32 ±94,60 20,00 (-306,9 – 90,91)	-15,55 ±97,88 12,50 (-200,0-80,0)	0,475
1. yıla göre,	-86,78 ±151,21	-	-

2. yıl	-43,75 (-400,0- 50,0)		

TARTIŞMA

Prostat kanseri, 2022 yılında bildirilen 1.467.854 yeni vaka ile önemli bir küresel sağlık sorunudur (5). Yaş, aile öyküsü, ırk ve yaşam tarzı faktörleri prostat kanseri için risk faktörleridir. PSA testleri gibi tarama testleri yoluyla erken teşhis, etkili tedavi için çok önemlidir.

Prostat kanseri tedavi seçenekleri arasında aktif gözlem, cerrahi ve RT yer alır. Diğer yaygın tedaviler hormon tedavisi, kemoterapi ve immünoterapidir (7). Tedavi seçimi kanserin evresi, genel sağlık durumu ve kişisel tercihler gibi faktörlere bağlıdır.

Genel olarak, radyasyon tedavisi prostat kanserinin tedavi yönetiminde çok önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle de eksternal radyasyon tedavisi, prostat kanseri için yaygın ve etkili bir tedavi seçeneğidir. RT eksternal veya brakiterapi şeklinde uygulanabilir ve hastaların sağkalım sonuçlarını iyileştirmek için genellikle cerrahi veya hormon tedavisi gibi diğer tedavi modaliteleri ile de kombine kullanılmaktadır (8-10).

Prostat kanseri RT'sinde yeni trend olan "**hipofraksiyone radyoterapi**" prostat kanseri hastalarında lokal kontrol ve sağkalım oranlarını iyileştirmede umut verici sonuçlar göstermiştir. Çalışmalar, konvansiyonel fraksiyonasyon rejimleriyle karşılaştırıldığında daha yüksek tedavi uyumu oranları, hastalar için daha az finansal toksisite ve hastalık kontrolü ve genel sağkalım açısından karşılaştırılabilir sonuçlar ortaya koymuştur (11). Hipofraksiyone RT, α/β oranı düşük tümörler için konvansiyonel fraksiyonasyon RT'sine kıyasla daha avantajlı olabileceği tahmin edilmektedir ve yavaş seyirli belirli prostat kanseri türleri için daha etkili bir tedavi seçeneği olabileceğini düşündürmektedir. Lokalize prostat kanseri için hipofraksiyone RT, yaşam kalitesini iyileştirirken, lokal kontrol ve sağkalım oranlarını iyileştirme potansiyeli ile artmış tedavi etkinliği ve azaltılmış tedavi süresi açısından olumlu erken sonuçlar göstermektedir.

Perinöral invazyon prostat kanserinde önemli bir prognostik faktördür ve radyasyon tedavisini takiben PNİ pozitif hastaların rekürrens, metastaz ve mortalitede artış öngörmektedir. Kanser hücrelerinin sinirler boyunca invazyonu olarak tanımlanan "**perinöral invazyon"** prostat kanserinde tedavi direnci ve kötü RT yanıtı ile ilişkilendirilmiştir (1, 12). Bu fenomen, kanser hücrelerinin metastatik potansiyelinde de önemli bir rol oynamakta ve prostat kanseri hastalarının tedavi ve yönetiminde dikkate alınması gereken önemli bir faktör haline

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

gelmektedir. Çalışmalar, PNİ'nin kanser hücrelerinin agresif davranışına yol açarak tedaviye dirençle sonuçlanabileceğini ve potansiyel olarak RT'nin etkinliğini etkileyebileceğini göstermiştir (1, 12). PNİ'nin daha agresif hastalık, daha kötü tedavi sonuçları ve biyokimyasal rekürrens ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. PNİ'nin tedavi direnci ve RT yanıtı üzerindeki etkisini araştırarak, hasta sonuçlarını iyileştirmek ve yeni tedavi yaklaşımları için tedavi planları uyarlanabilir. Hiç şüphesiz bu tedavi stratejilerin başında RT planları gelmektedir. Prostat kanserinde yeni bir trend olan hipofraksiyone RT uygulamaları, PNİ mevcut vakalarda tercih edilebilir.

SONUÇ

Prostat kanserinde PNİ pozitifliği, tedavi direnci ve RT'ye zayıf yanıt ile ilişkili olduğu bilinmektedir. PNİ, tedavi direnci ve RT yanıtı arasındaki ilişkiyi anlamak, prostat kanserli hastalar için etkili tedavi stratejileri geliştirmek açısından çok önemlidir. PNİ olan hastalarda, RT sonuçlarını iyileştirmek ve hastalığın ilerleme riskini azaltmak için daha agresif tedavi yaklaşımlarından veya daha etkin hale getirilmiş RT tekniklerinden faydalanabilinir. Prostat kanserinde RT tedavi tekniklerini daha iyi uyarlamak ve hasta sonuçlarını iyileştirmek için hastalarının tedavisini planlarken PNİ'yi göz önünde bulundurmalıdır. Sonuç olarak bu çalışmaya göre; prostat kanserinde PNİ mevcut hastalarda onkolojik sonuçları iyileştirmek için halihazırda mevcut olan kaynaklar nasıl daha verimli kullanabileceğine vurgu yapılabilir. Bu anlamda keşfedilmesi gereken yollardan biri, hipofraksiyone RT ve intraprostatik boost gibi RT rejimlerinin benimsenmesidir.

REFERANSLAR

1. Niu Y, Förster S, Muders M. The Role of Perineural Invasion in Prostate Cancer and Its Prognostic Significance. Cancers. 2022;14(17).
2. Lee IH, Roberts R, Shah RB, Wojno KJ, Wei JT, Sandler HM. Perineural invasion is a marker for pathologically advanced disease in localized prostate cancer. International journal of radiation oncology, biology, physics. 2007;68(4):1059-64.
3. Anderson PR, Hanlon AL, Patchefsky A, Al-Saleem T, Hanks GE. Perineural invasion and Gleason 7-10 tumors predict increased failure in prostate cancer patients with pretreatment PSA <10 ng/ml treated with conformal external beam radiation therapy. International journal of radiation oncology, biology, physics. 1998;41(5):1087-92.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

4. Cho LC, Timmerman R, Kavanagh B. Hypofractionated external-beam radiotherapy for prostate cancer. Prostate cancer. 2013;2013:103547.
5. Fund WCR. Prostate cancer statistics: CUP Global process; 2022 [Available from: https://www.wcrf.org/preventing-cancer/cancer-statistics/prostate-cancer-statistics/.
6. Hankey BF, Ries LA, Edwards BKJCEB, Prevention. The surveillance, epidemiology, and end results program: a national resource. 1999;8(12):1117-21.
7. Denmeade SR, Isaacs JTJNRC. A history of prostate cancer treatment. 2002;2(5):389-96.
8. Bolla M, Gonzalez D, Warde P, Dubois JB, Mirimanoff R-O, Storme G, et al. Improved survival in patients with locally advanced prostate cancer treated with radiotherapy and goserelin. 1997;337(5):295-300.
9. Potosky AL, Legler J, Albertsen PC, Stanford JL, Gilliland FD, Hamilton AS, et al. Health outcomes after prostatectomy or radiotherapy for prostate cancer: results from the Prostate Cancer Outcomes Study. 2000;92(19):1582-92.
10. Boehmer D, Maingon P, Poortmans P, Baron M-H, Miralbell R, Remouchamps V, et al. Guidelines for primary radiotherapy of patients with prostate cancer. Radiotherapy and Oncology. 2006;79(3):259-69.
11. Numakura K, Kobayashi M, Muto Y, Sato H, Sekine Y, Sobu R, et al. The Current Trend of Radiation Therapy for Patients with Localized Prostate Cancer. Current oncology (Toronto, Ont). 2023;30(9):8092-110.
12. Peng LC, Narang AK, Gergis C, Radwan NA, Han P, Marciscano AE, et al. Effects of perineural invasion on biochemical recurrence and prostate cancer-specific survival in patients treated with definitive external beam radiotherapy. Urologic oncology. 2018;36(6):309.e7-.e14.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

SYNTHESIS OF TWO NOVEL ANTI-INFLAMMATORY MOLECULES AND TESTING OF THEIR ABILITY TO SUPPRESS PROINFLAMMATORY MEDIATORS

MSc. Elif Ecem FINDIK
Trakya Üniversitesi,
eecemfindik@gmail.com- ORCID ID: 0000-0003-1302-9382
Assist. Prof. Dr. Sevil ERDOĞAN
Trakya Üniversitesi,
sevilerdogan@trakya.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-9148-911X
Assist. Prof. Dr. Serap YILMAZ
Trakya Üniversitesi,
serapyilmaz@trakya.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-6458-2658
MSc. Doğukan Cem ÇİFTÇİ
Trakya Üniversitesi,
dcemciftci@trakya.edu.tr - ORCID ID: 0009-0000-2529-5325
MSc. Tuğçe Buket ÖZDEMİR
Trakya Üniversitesi,
tugcebuketozdemir@gmail.com - ORCID ID: 0000-0001-6130-070X
MSc. Sinem ÇALIN
Trakya Üniversitesi,
sinem.calin@gmail.com - ORCID ID: 0009-0007-3274-0096
Prof. Dr. İlker DIBIRDIK
Trakya Üniversitesi,
ilkerdibirdik@trakya.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-6892-8222

ABSTRACT

No definitive treatment is yet available for inflammatory bowel disease (IBD), which has a multifactorial pathogenesis. Therefore, there is still an important need to develop safe and tolerable therapeutic agents by considering various approaches to treat this disease. In this study, benzoic acid conjugated glucosamine derivatives (Ba-G1 and Ba-G2) were synthesized,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

and their capacity to suppress the production of proinflammatory mediators in hydrogen peroxide (H_2O_2)-induced HT-29 cells were tested in vitro. The structures of the synthesized Ba-G1 and Ba-G2 compounds were investigated using Proton Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy, Fourier Transform Infrared Spectroscopy, and Liquid Chromatography Mass Spectroscopy. The cytotoxic levels of Ba-G1 and Ba-G2 compounds on HT-29 cells were determined by the MTT reduction assay. The ability of the compounds to suppress proinflammatory mediators was tested by measuring the levels of nitric oxide (NO) produced and interleukin-6 (IL-6), interleukin-1β (IL-1β), and tumor necrosis factor-α (TNF-α) in HT-29 cells that were subjected to stimulation with H_2O_2. MTT analysis showed that the cytotoxic effect of the Ba-G1 compound on the HT-29 cells occurred at low doses, while the cytotoxic effect of the Ba-G2 compound occurred at higher doses. The results of the ELISA analysis indicated that non cytotoxic levels of both compounds exhibited a statistically significant reduction in the production levels of IL-6, TNF-α, IL-1β, and NO generated by H_2O_2-stimulated HT-29 cells ($p<0.05$). The Ba-G1 and Ba-G2 compounds have the potential to be candidate chemical molecules for drug development in the treatment of IBD due to their high anti-inflammatory effects.

Keywords: HT-29 colon cells, H_2O_2, cytokine, NO, anti-inflammatory compounds, structure elucidation

1. INTRODUCTION

Inflammatory bowel disease (IBD) is a disease of unknown cause or mechanism that causes irregular immune responses to the small and large intestines [1]. It is characterized by impaired intestinal permeability, alteration of the intestinal microbiota, and imbalance of immunity [2]. IBD has adverse effects such as inflammation of the intestinal mucosa, diarrhea, abdominal pain, and weight loss, which reduce the quality of life of patients [3]. While the incidence of IBD has increased sharply in developing countries, it continues to increase in children and older age groups in developed countries [4]. The sharp increase in the occurrence and frequency of IBD worldwide has made IBD a major global public health problem [5].

Inflammation-promoting cytokines such as tumor necrosis factor-α (TNF-α), interleukin-1β (IL-1β), and interleukin-6 (IL-6), which are detected at high levels in the inflamed tissues of IBD patients, are considered markers of intestinal inflammation [6]. Excessive increase in TNF production causes intestinal damage and mucosal inflammation due to intestinal permeability, as well as initiating a feedback loop that triggers the release of IL-1, IL-6, and other cytokines [7]. Cytokines released by immune cells play a role in sustaining the progression of IBD by regulating the inflammatory response, subsequently leading to tissue damage [8]. The release of proinflammatory mediators during IBD relapses promotes oxidative stress, leading to carcinogenesis [9]. Destructive inflammation, which develops through IL-1β, IL-6, and TNF signaling, activates myeloid cells and promotes the secretion of reactive oxygen species (ROS) and nitric oxide (NO) [10]. Excessively produced NO due to the

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

stimulation of the inducible nitric oxide synthase (iNOS) enzyme acts as a proinflammatory mediator that induces inflammation [5, 11].

IBD treatment is based on the use of small-molecule anti-inflammatory drugs such as immunosuppressants, aminosalicylates, and steroids [12]. Treatment options targeting cellular pathways for IBD therapy include targeting proinflammatory pathways, anti-TNF-α antibodies, and anti-IL-6 therapy [7]. In addition, targeting JAK/STAT pathways, which mediate intracellular signaling of more than 50 cytokines, and controlling cytokine signaling is of interest as a new strategy for the treatment of IBD [13]. In addition, therapeutic targets identified for the treatment of IBD include suppression of NO production and targeting inhibition of iNOS, an isoenzyme responsible for NO production. Although, several therapies have been developed for the management of IBD so far, new treatment alternatives are still required that are safe and tolerable due to unresponsiveness, side effects, and loss of response [14].

It has been emphasized in various studies that secondary metabolites (alkaloids, phenolics, etc.) produced by plants counteract inflammation by regulating immune responses, inhibiting proinflammatory cytokines and signaling pathways (NF-κB and JAK/STAT3), and reducing oxidative stress [15-18]. Plant metabolites with anti-inflammatory properties impair the activation of the JAK/STAT signaling pathway which is a proinflammatory cytokine signaling pathway [19]. Antioxidants such as polyphenols and other herbal extracts are potential therapeutic agents that act as ROS production inhibitors and target oxidative stress in IBD [5]. Herbal secondary metabolites are considered new and safe treatment approaches for the treatment of IBD because they can block proinflammatory cytokines, and their signaling pathways and reduce oxidative stress.

Glucosamine, an oligosaccharide monomer, is considered a potential anti-inflammatory agent [20]. Aghazadeh-Habashi et al. [21] observed that 6-day glucosamine supplementation in rats reduced the levels of proinflammatory cytokines IL-1, IL-6, and TNF. Furthermore, it has been observed that glucosamine sulfate treatment can abolish IL-1β-stimulated NO production and upregulate various anti-oxidant enzymes [22]. Moon et al. [23] stated that glucosamine administration has a healing effect on inflammatory bowel disease in animal and human models. Glucosamine is a potential anti-inflammatory molecule that can be administered separately or with other drugs in the treatment of IBD due to its high efficacy and low side effects [24]. Therefore, glucosamine may be regarded as a potential anti-inflammatory agent that can be used as a supplement in the treatment of inflammatory diseases.

This study set out to synthesize benzoic acid-conjugated glucosamine compounds for the treatment of IBD, to investigate their anti-inflammatory effects in vitro in the HT-29 colon adenocarcinoma cell model, and to characterize the compounds that exhibit bioactivity.

2. EXPERIMENTAL STUDIES

2.1. Synthesis of Benzoic Acid Conjugated Glucosamine Compounds

Glucosamine, which was selected as the oligosaccharide monomer, was conjugated with various benzoic acids and the final products Ba-G1 (4-hydroxy-3-methoxy-N-((3R,4R,5S,6R)-2,4,5-trihydroxy-6-(hydroxymethyl)tetrahydro-2H-pyran-3-yl)benzamide) and Ba-G2 (2,6-dimethoxy-N((3R,4R,5S,6R)-2,4,5-trihydroxy-6-(hydroxymethyl)tetrahydro-2H-pyran-3-

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

yl)benzamide) were synthesized. For the synthesis of these molecules, benzoic acid derivatives (10 mmol) were dissolved in ethanol (20 mL). Then, 1-ethyl-3-(3-dimethylaminopropyl)carbodiimide (EDC) (10 mmol) and N-hydroxysuccinimide (10 mmol) were added to the mixture to ensure conjugation between the molecules. The reaction was carried out in ice bath conditions. Then glucosamine (10 mmol) was added and stirring continued at room temperature and the reaction was completed after 24 hours. Ba-G1 and Ba-G2 derivatives were obtained by conducting solvent evaporation. Thin-layer chromatography was used to track the reaction (1:1 hexane: ethylacetate solvent) [25, 26].

2.2. Analysis of Synthesized Compounds

Information on the structure and molecular weight of the synthesized Ba-G1 and Ba-G2 compounds was obtained using Proton Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy (1H-NMR) (Bruker, Avance Neo 500, in DMSO-d6, TMS as an internal standard), Infrared Spectroscopy (FTIR) (Perkin Elmer Spectrum IR, in the wavelength range of 450-4000 cm^{-1}) and mass spectroscopy (LC/MS) (Agilent 6460).

2.3. Cell Culture

HT-29 Human colon adinocarcinoma cells were grown in McCoy's 5A medium at 37 °C, 5% CO_2, and 95% humidity. The medium was supplemented with 10% fetal bovine serum (FBS) and 1% penicillin-streptomycin mix. Cultures were renewed with fresh medium every 3-4 days. When the cells reached a certain density (80-90%), they were trypsinized with a Trypsin-EDTA solution.

2.4. Cell Viability Test (MTT)

MTT assay was executed to assess cell proliferation activity and cell viability in HT-29 cells treated with the synthesized compounds (Ba-G1 and Ba-G2). HT-29 colon cells seeded as $1x10^4$ cells in 96-well microplates were treated with 5-100 µM concentrations of Ba-G1 and Ba-G2 compounds and 2.5-10 µM concentrations of curcumin for 24, 48, and 72 hours. Hydrogen peroxide (H_2O_2) was applied to the cell line for 24 and 48 hours. Then the medium was removed and a fresh medium (150 µL) and 50 µL of MTT solution were added to the wells and incubated for 4 hours (37 °C, 5% CO_2) for HT-29 cells to convert MTT to formazan. After 4 h, the medium and MTT were removed and replaced with pure DMSO (200 µL), and optical densities were read at 570 nm. Absorbance is directly related to cell count. Three independent experiments were performed with three parallel wells for each experiment. Data are given as mean ± std error. * $P<0.05$, One-way ANOVA test and Dunnet test were applied. The cytotoxic doses of Ba-G1 and Ba-G2 compounds and the optimum H_2O_2 dose to be used in inflammation experiments were determined.

% cell viability= (mean experimental absorbance/mean control absorbance) x 100 (Eşitlik 1)

2.5. Nitric Oxide (NO) Screening Test

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Nitric oxide (NO) levels produced by H_2O_2-activated HT-29 cells were determined by measuring the amount of nitrite, an indicator of NO production, in the culture supernatant. HT-29 cells were cultured in a 12-well plate at $15x10^4$ cells per well and held in the incubator for 36 hours in serum-containing medium+12 hours in serum-free medium at 37 °C in a 5% CO_2 environment. HT-29 colon cells were treated (for 6 h) with non-toxic doses of Ba-G1 and Ba-G2 compounds (5-500 µM). After 6 hours, cells were treated with H_2O_2 (800 µM) and incubated in a serum-free medium for 48 hours. Cells without H_2O_2 addition were considered as the control group. NO production levels were determined in culture supernatants via the Gries reaction. The supernatant + Gries reagent mixture (50 µL + 50 µL) was incubated in the dark for 10 min in a 96-well plate at 37 °C. Then, the absorbance of the supernatant + Gries reagent mixture was read at 540 nm. Nitrite concentration was estimated by comparison with the sodium nitrite standard curve. The results of the three repeated experiments were given as the average µM NO ± SE concentration. The given formula was used in the calculation of percent inhibition.

% Inhibition = (NOcontrol - NOsample) / (NOcontrol - NOblank) × 100 (Equation 2)

2.6. Determination of TNF-*α*, IL-1*β*, and IL-6 Production Levels

The inhibitory effect of Ba-G1 and Ba-G2 compounds on proinflammatory cytokines was evaluated in H_2O_2-induced HT-29 colon adenocarcinoma cells by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). HT-29 cells were cultured in a 12-well plate (150,000 cells/well) and incubated for 36 hours in FBS-containing medium +12 hours in FBS-free medium (37 °C, 5% CO_2). After incubation, Ba-G1 and Ba-G2 compounds were introduced to the cells at certain concentrations (5-500 µM) up to a total well volume of 1 mL and incubated for 6 hours. Curcumin (2.5-10 µM) was used as positive control and H_2O_2+DMSO was used as negative control. After incubation, the cells were exposed to H_2O_2 at 800 µM and they were incubated in an FBS-free medium for 48 hours to induce inflammation. Then, cell supernatants were collected and TNF-α, IL-1β, and IL-6 production levels were measured with ELISA kits (AFG Bioscience, USA) following the manufacturer's recommendations. The detection ranges were 7 ng/L -400 ng/L (TNF-α), 0.2 ng/L -8 ng/L (IL-6) and 1 ng/L-20 ng/L (IL-1β).

2.7. Statistical Analysis

Statistical significance of the data was determined using JMP 10 software. $p < 0.05$ was interpreted as statistically significant. Intergroup comparisons were made using one-way analysis of variance (One-way ANOVA) and comparisons with the control group were made using Dunnet's test.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3. RESULTS AND EVALUATION

3.1. Characterization Analysis Results of Ba-G1 and Ba-G2 Compounds

The structures of benzoic acid-conjugated glucosamine compounds synthesized by the amidification method for treating inflammatory bowel disease were investigated by ^{1}H-NMR, LC/MS, and FT-IR analyses. The chemical shift values (δ) observed in the ^{1}H-NMR spectra (DMSO-d6) of Ba-G1 and Ba-G2 compounds were 2.60-2.76 ppm and 3.33 ppm (C-Hs in pyran ring), 3.59-3.64 (-CH_2 group), 3.81 ppm and 3.75 ppm (-OCH_3 groups), 6.84 and 7.44 ppm and 6.71 and 7.36 ppm (C-Hs in benzene), and 12.45 ppm (-NH group), respectively. In the IR spectra of Ba-G1 and Ba-G2 compounds, absorption bands representing the stretching of the -OH group (3482 cm^{-1}), stretching of -NH group (3354 cm^{-1}), stretching of the -CH groups (3099-2851 cm^{-1} and 3006-2851 cm^{-1}), carbonyl stretching in the -CONH structure (1704 cm^{-1} and 1730 cm^{-1}), C-H bending (1472-1433 cm^{-1} and 1474-1433 cm^{-1}), C-O bending (1277-1200 cm^{-1} and 1291-1195 cm^{-1}) and C-H bending of trisubstituted benzene (757 cm^{-1} and 757 cm^{-1}) were observed. The mass spectrum of the compound Ba-G1 (Mw: 329.31) shows peaks at 328 m/z (M+-1 molecular ion), 163 m/z (M+-166 glucose fragment), and 198m/z (M+-163+18 amide fragment carrying H_2O). The mass spectrum of the compound Ba-G2 (MA: 343.33) shows peaks at 361 m/z (M+-1+18 molecular ion carrying H_2O) and 163 m/z (M+-166 glucose fragment). The structural analysis results showed that the synthesis of the designed compounds was successful and the synthesized compounds were compatible with the proposed structures.

3.2. Cell Viability Test Result

The cytotoxic effects of various concentrations of the synthesized Ba-G1 and Ba-G2 compounds on the HT-29 colon cells were determined by MTT assay. The compound Ba-G1 applied to HT-29 colon cells at concentrations in the range of 2.5 µM-10 µM caused a dose-dependent decrease in cell viability (92± 9.8-87.7± 7.3%) after 24 hours (Figure 1). Although, at the 48th hour, no significant reduction in cell viability was noted, an increase (105.3±7%) was observed in the 5 µM dose group compared to the control (Figure 1). The highest decrease in cell viability (74.3 ± 22.7%) was observed in the cell group applied at 10 µM dose and at the end of the 72nd hour (Figure 1). However, this drop in cell viability was not statistically significant. The effect of the Ba-G2 compound on HT-29 cell viability was determined at doses between 10 µM and 500 µM at 24, 48, and 72 hours. In Ba-G2 applied groups, the lowest rates of cell viability were observed as 90±0.1% in the group applied with 50 µM dose at the 24th hour and 91.0±3.2% in the groups applied with 100 µM dose at the 48th hour, and 87±7.9% in the group applied with 50 µM dose at the 72nd hour (Figure 1). No meaningful difference was detected in the viability of HT-29 cells treated with Ba-G2 compound compared to the control, depending on the dose and time. The Ba-G2 compound is not cytotoxic on the HT-29 cells in the range of 10-500 µM doses. The reference compound curcumin did not show any time or dose-dependent cytotoxic effect on the HT-29 cells in the 2.5-10 µM dose range upon application at 24, 48, and 72 hours. In conclusion, it was found that these concentrations of the

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

compounds were suitable for inflammation experiments since Ba-G1 and Ba-G2 compounds did not show time and dose-dependent cytotoxic effects on HT-29 colon cells.

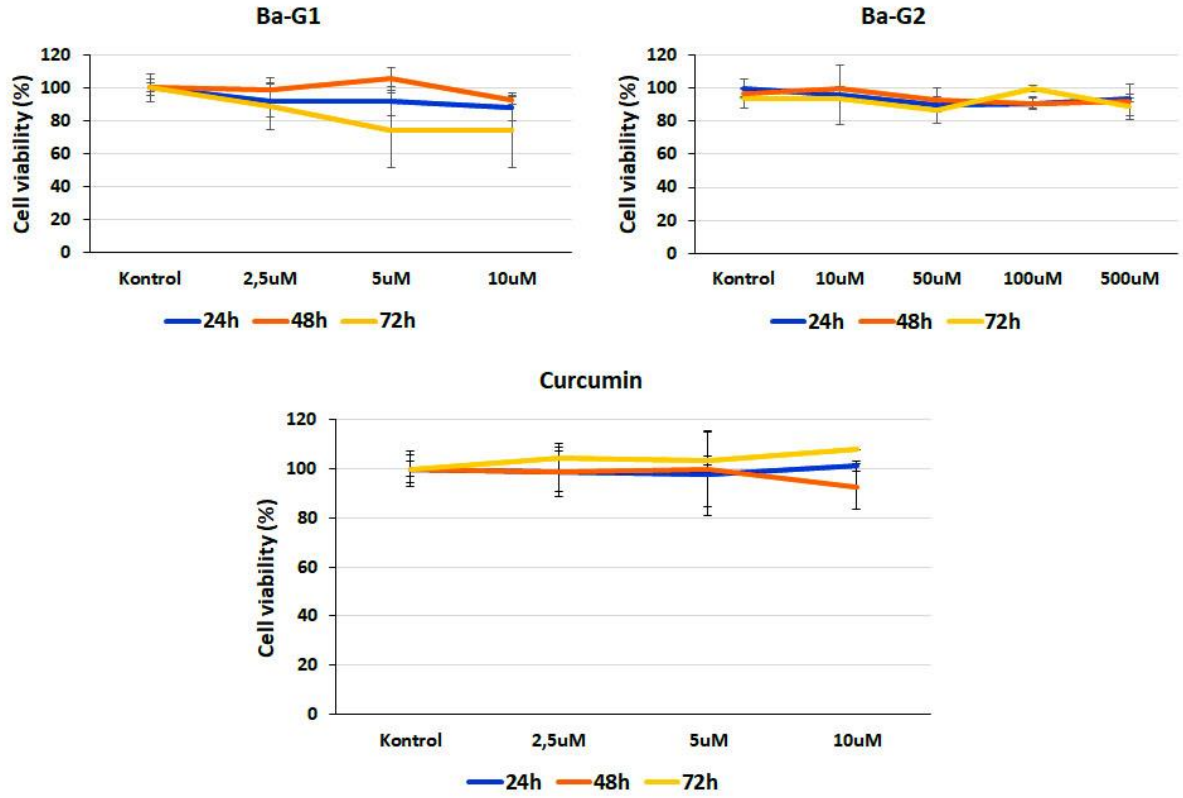


Figure 1. Effect of Ba-G1 and Ba-G2 compounds and curcumin on cell viability in HT-29 cells following 24, 48, and 72 hours of incubation (Results obtained from three replicate experiments were expressed as mean±SE.)

3.3. NO Screening Test Results

The capacities of Ba-G1 and Ba-G2 compounds to reduce oxidative stress were determined by measuring the NO levels produced by HT-29 colon cells to which the compounds were applied at various doses. The standard protocol based on the administration of H_2O_2 (800 µM) after serum starvation was applied to determine NO production levels [27]. HT-29 cells were serum-starved for 12 hours and subsequently incubated for 6 hours with Ba-G1 and Ba-G2 compounds at concentrations determined by the MTT assay. Then, 800 µM H_2O_2 was applied to HT-29 cells and NO production levels were measured after 48 hours.

NO production levels in the HT-29 cell group induced only with H_2O_2 without treatment with compounds were twice as high as those in the control group (Figure 2). While the applied doses of the Ba-G1 compound had no appreciable impact on the spontaneous NO production levels of HT-29 cells, it suppressed H_2O_2-stimulated NO levels in a statistically significant way (*$p<0.05$) (Figure 2). This suppression is not dose-dependent. While the applied doses of the Ba-G2 compound did not cause a significant change in reducing the spontaneous NO production levels of HT-29 cells, it statistically significantly reduced the H_2O_2-stimulated NO

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

levels (*p<0.05) (Figure 2). The compound Ba-G2 decreased NO production in a dose-responsive manner. The applied doses of the reference molecule curcumin (5 µM and 10 µM) did not suppress either spontaneous NO production or H_2O_2-stimulated NO production to a statistically significant extent. Ba-G1 and Ba-G2 compounds showed anti-inflammatory effects by suppressing the NO production levels of H_2O_2-induced HT-29 cells in a statistically significant way after 12 hours of serum starvation + 6 hours of incubation with the compounds (*p<0.05).

Hydrogen peroxide acts as an intracellular signaling molecule by passing through cell membranes and can transfer proinflammatory signals from one cell to another [28]. H_2O_2 promotes inflammatory responses in various cell types, leading to increased levels of inflammatory modulators such as TNF-α and IL-1β [29]. Therefore, H_2O_2 was used as an inducer in this study to promote NO synthesis and proinflammatory regulators such as TNF-α, IL-1β, and IL-6 in HT-29 cells. In this study, H_2O_2 application increased NO production levels of HT-29 colon cells approximately 2-fold compared to the control group.

Inflammation caused by IL-1ß, IL-6, and TNF-α signaling stimulates the secretion of reactive oxygen species and nitric oxide by activating nitric oxide synthases (NOSs) [10]. The excessive increase in intestinal NO levels in IBD is considered a biomarker of gastrointestinal inflammation [30]. This increase in NO levels contributes to the initiation and persistence of intestinal inflammation. The release of substantial amounts of NO caused by the activation of iNOS damages cells due to its proinflammatory effects [31]. Therefore, suppressing NO produced by inflammatory cells is an alternative option for the treatment of IBD and is also a way to test the effects of various anti-inflammatory drugs. The Ba-G1 and Ba-G2 compounds synthesized in this study showed an anti-inflammatory effect by effectively suppressing NO levels in H_2O_2-induced HT-29 cells after 12 hours of serum starvation + 6 hours of treatment with the compounds. Curcumin, which is known to have antioxidant and anti-inflammatory effects, reduces inflammation by downregulating NO generation and iNOS levels in IBD models [30]. However, this study found that the reference molecule curcumin, although functional, was unable to suppress NO levels produced by H_2O_2 induction in HT-29 cells at a statistically significant level.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

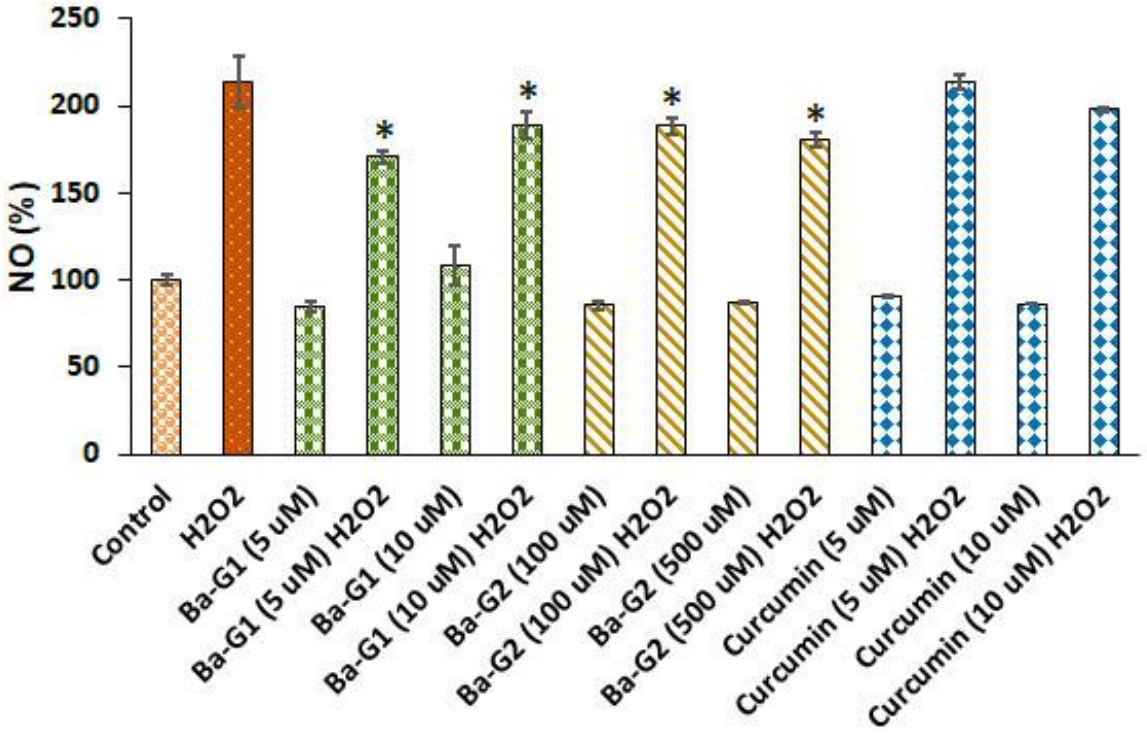


Figure 2. Effects of synthesized Ba-G1 and Ba-G2 compounds and curcumin on NO production levels of HT-29 cells (after 12h serum starvation + 6h H_2O_2 (800 µM) stimulation). (*$p<0.05$ indicates statistically significant differences between H_2O_2-alone group and synthesized compound groups.)

3.4. Proinflammatory Cytokine Production in H_2O_2-induced HT-29 Cells

The ability of Ba-G1 and Ba-G2 compounds to inhibit proinflammatory cytokines was tested on HT-29 cells stimulated with H_2O_2 after 12 hours of serum starvation and subsequent 6 hours of incubation with the doses of Ba-G1 and Ba-G2 compounds determined by MTT analysis. The levels of TNF-α, IL-1β, and IL-6 produced by HT-29 cells were determined by ELISA analysis 48 hours after H_2O_2 stimulation.

The increase in proinflammatory cytokine production levels of HT-29 colon cells H_2O_2-induced only was approximately 11 times the value of the control group (203±4 pg/mL) (*$p<0.05$). These high cytokine levels in H_2O_2-induced HT-29 colon cells were significantly reduced by Ba-G1 and Ba-G2 compounds (**$p<0.05$) (Figure 3). While both applied doses of Ba-G1 compound were effective in suppressing proinflammatory cytokine levels (**$p<0.05$), the 10 µM dose did not suppress IL-1β levels at a statistically significant level. The capacity of the Ba-G1 compound to suppress IL-6 and TNF-α levels in H_2O_2-induced HT-29 colon cells is better than the Ba-G2 compound (**$p<0.05$). The reduction of TNF-α production levels by the Ba-G1 compound is dose-dependent (Figure 3). However, both doses of the Ba-G2 compound (100 and 500 µM) had higher capacity to suppress IL-1β levels than the Ba-G1 compound (**$p<0.05$). The 500 µM dose of the Ba-G2 compound failed to suppress TNF-α levels at a statistically significant level. The reference compound curcumin statistically significantly reduced the levels of all three cytokines produced by HT-29 cells stimulated with H_2O_2 (**$p<0.05$) (Figure 3). As a result, the synthesized Ba-G1 and Ba-G2 compounds and curcumin

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

showed anti-inflammatory effects by statistically significantly attenuating the levels of TNF-α, IL-6, and IL-1β released from H_2O_2-induced HT-29 colon cells.

Increased inflammatory signaling factors such as TNF-α, IL-1β, and IL-6 indicate systemic or local inflammation in the body [6]. In this study, H_2O_2 used to trigger inflammation increased proinflammatory cytokine levels in HT-29 cells by 11-fold compared to control (*$p<0.05$). TNF-α, IL-1β, and IL-6 sustain the inflammatory response, leading to the development of inflammation and subsequent tissue damage [32]. These pro-inflammatory cytokines lead to the activation of iNOS, promoting unregulated NO production, which results in further propagation of inflammatory responses [30]. Therefore, suppression of pro-inflammatory cytokines is considered an alternative therapeutic approach for managing IBD. In addition, their ability to suppress proinflammatory cytokines is a useful tool in testing the anti-inflammatory activities of drug-active ingredients. The need for new therapeutics with low side effects, high treatment efficacy and tolerability for the treatment of IBD has been emphasized in previous studies [14]. Since the progression of intestinal inflammation is connected to a rise in proinflammatory cytokine levels, anti-inflammatory treatments may help restore balance and resolve inflammation [32]. Phytochemicals have an inhibitory effect on IBD inflammation owing to their ability to combat oxidative stress and inflammation and are an important resource used in the development of many therapeutic agents [33]. D-glucosamine alleviates colonic inflammation by suppressing the excessive release of ROS and inflammatory compounds [32]. In this study, these two therapeutic substance groups were conjugated and 2 new molecules with anti-inflammatory properties were synthesized. The Ba-G1 and Ba-G2 compounds synthesized in this study showed anti-inflammatory effects by effectively suppressing the proinflammatory cytokine levels released by H_2O_2-induced HT-29 colon cells after 12 hours of serum starvation + 6 hours of treatment with the compounds (*$p<0.05$). Ba-G1 and Ba-G2 compounds synthesized in this study have the potential to be alternative treatment molecules in drug development for IBD.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

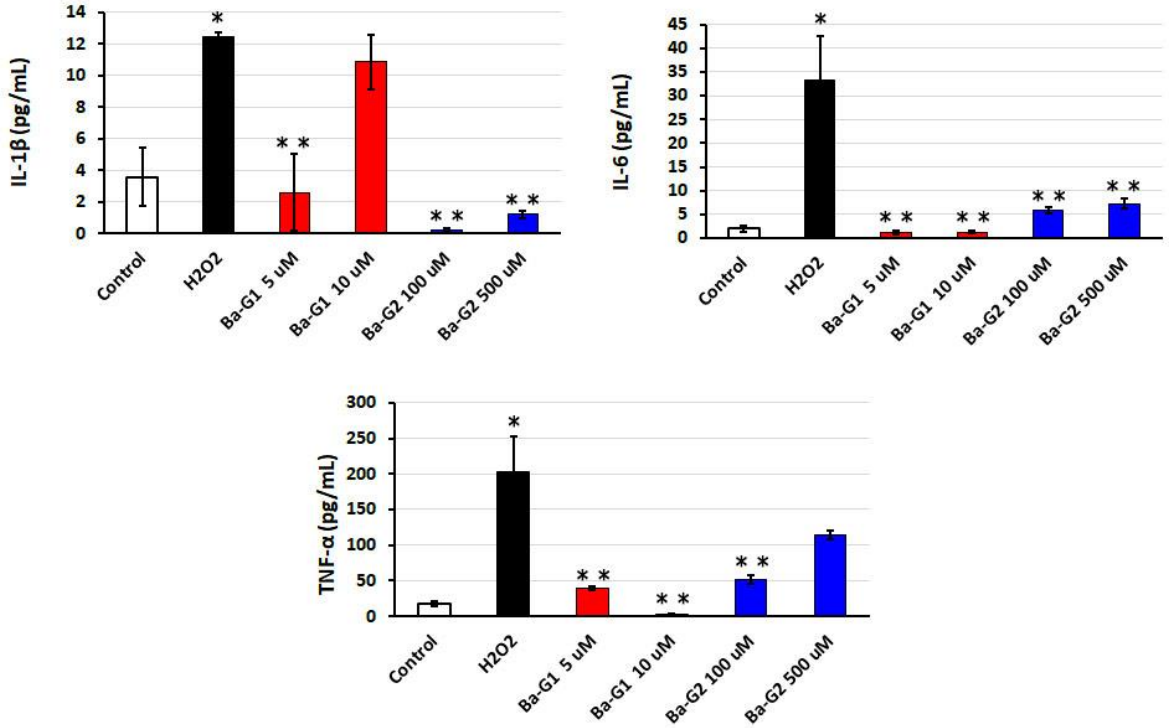


Figure 3. Proinflammatory cytokine production levels of HT-29 cells treated with Ba-G1 and Ba-G2 compounds (Experiments were performed in 3 replicates and the results were expressed as mean values ± SE. One-way ANOVA and Dunnet multiple comparison tests: *P<0.05: significantly different from control, **P<0.05: significantly different from H_2O_2-alone group)

4. GENERAL EVALUATION AND CONCLUSIONS

This study showed that Ba-G1 and Ba-G2 compounds, obtained by conjugation of benzoic acid derivatives with glucosamine, were not cytotoxic to HT-29 colon cells at doses up to 10 µM and 500 µM, respectively. It was revealed that Ba-G1 and Ba-G2 compounds showed anti-inflammatory effects by suppressing the production of NO and IL-1β, IL-6, and TNF-α produced by H_2O_2-induced HT-29 cells to a statistically significant extent. The synthesized Ba-G1 and Ba-G2 compounds can be evaluated as a candidate chemical structure for anti-inflammatory drug development in the pharmaceutical industry, and their anti-inflammatory effects can be examined in vivo in subsequent studies.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors acknowledge the financial support from the Scientific Research Office of Trakya University (Project No: TUBAP 2021-59).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

REFERENCES

[1] Marabotto, E., Kayali, S., Buccilli, S., Levo, F., Bodini, G., Giannini, E. G., Savarino, V., Savarino, E. V. Colorectal cancer in inflammatory bowel diseases: epidemiology and prevention: a review, Cancers, 14(17): 4254, 2022.

[2] Aldars-Garcia, L., Gisbert, J. P., Chaparro, M. Metabolomics insights into inflammatory bowel disease: a comprehensive review, Pharmaceuticals, 14(11): 1190, 2021.

[3] Guan, Q., Zhang, J., Recent Advances: The Imbalance of Cytokines in the Pathogenesis of Inflammatory Bowel Disease, Hindawi, Mediators of Inflamm., 2017, 4810258, https://doi.org/10.1155/2017/4810258

[4] Agrawal, M., Jess, T. Implications of the changing epidemiology of inflammatory bowel disease in a changing world, UEG journal, 10(10): 1113-1120, 2022.

[5] Tian, T., Wang, Z., Zhang, J. Pathomechanisms of oxidative stress in inflammatory bowel disease and potential antioxidant therapies, Oxidative Med. Cell. Longev., 2017(1): 4535194, 2017.

[6] Mazloom, B. F., Edalatmanesh, M. A., Hosseini, S. E. Gallic acid reduces inflammatory cytokines and markers of oxidative damage in a rat model of estradiol-induced polycystic ovary, Comp. Clin. Path., 28: 1281-1286, 2019.

[7] Schoultz, I., Keita, Å. V. Cellular and molecular therapeutic targets in inflammatory bowel disease—focusing on intestinal barrier function, Cells, 8(2): 193, 2019.

[8] Neurath, M.F. Strategies for targeting cytokines in inflammatory bowel disease, Nat. Rev. Immunol., 24, 559–576, 2024. https://doi.org/10.1038/s41577-024-01008-6.

[9] Laredo, V., García-Mateo, S., Martínez-Domínguez, S. J., López de la Cruz, J., Gargallo-Puyuelo, C. J., Gomollón, F. Risk of cancer in patients with inflammatory bowel diseases and keys for patient management, Cancers, 15(3), 871, 2023.

[10] Read, E., Curtis, M. A., Neves, J. F. The role of oral bacteria in inflammatory bowel disease, Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol., 18(10): 731-742, 2021.

[11] Sharma, J. N., Al-Omran, A., Parvathy, S. S. Role of nitric oxide in inflammatory diseases, Inflammopharmacology, 15: 252-259, 2007.

[12] Binienda, A., Fichna, J., Salaga, M. Recent advances in inflammatory bowel disease therapy, Eur. J Pharm. Sci., 155: 105550, 2020.

[13] Salas, A., Hernandez-Rocha, C., Duijvestein, M., Faubion, W., McGovern, D., Vermeire, S., Vetrano, S., Vande Casteele, N. JAK–STAT pathway targeting for the treatment of inflammatory bowel disease, Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol., 17(6): 323-337, 2020.

[14] Dudek, P., Fabisiak, A., Zatorski, H., Malecka-Wojciesko, E., Talar-Wojnarowska, R. Efficacy, safety and future perspectives of JAK inhibitors in the IBD treatment, J. Clin. Med., 10(23): 5660, 2021.

[15] Caporali, S., De Stefano, A., Calabrese, C., Giovannelli, A., Pieri, M., Savini, I., Tesauro, M., Bernardini, S., Minieri, M., Terrinoni, A. Anti-Inflammatory and Active Biological Properties of the Plant-Derived Bioactive Compounds Luteolin and Luteolin 7-Glucoside, Nutrients, 14(6): 1155-1155, 2022.

[16] Yuandani., Jantan, I., Salim, E., Septama, A. W., Rullah, K., Nainu, F., Mohd, Aluwi, M. F. F., Bin Emran, T., Roney, M., Khairunnisa, N. A., Nasution, H. R., As'ad, M. F., Shamsudin, N. F., Abdullah, M. A., Marwa Rani, H. L., Al Chaira, D. M., Aulia, N. Mechanistic insights into anti-inflammatory and immunosuppressive effects of plant secondary metabolites and their therapeutic potential for rheumatoid arthritis, Phytother. Res., 38: 2931-2961, 2024.

[17] Montserrat Corona-España, A., Alberto Garcia-Ramirez, M., Romo-Gonzalez, R., Mayanin Rodriguez-Buenfil, I., González Reynoso, O. Phytochemicals from Secondary Metabolism and Their Role as Antioxidant and Anti-Inflammatory Molecules. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.1006589, 2024.

[18] Jadhav, P., Kadam, V., Dhamne, S., Jagtap, A., Narayankar, J. Use of Phenolic Compound as Anti-inflammatory, Int. J Multidiscip. Res., doi: 10.36948/ijfmr.2024.v06i02.18236, 2024.

[19] Moon, S. Y., Kim, K. D., Yoo, J., Lee, J. H., Hwangbo, C. Phytochemicals Targeting JAK–STAT Pathways in Inflammatory Bowel Disease: Insights from Animal Models, Molecules, 26, 2824, 2021a.

[20] Wu, Y. L., Kou, Y. R., Ou, H. L., Chien, H. Y., Chuang, K. H., Liu, H. H., Lee, T. S., Tsai, C. Y., Lu, M. L. Glucosamine regulation of LPS-mediated inflammation in human bronchialepithelial cells, Eur. J Pharmacol., 635, 219-226, 2010.

[21] Aghazadeh-Habashi, A., Kohan, M. H. G., Asghar, W., Jamali, F. Glucosamine Dose/Concentration-Effect Correlation in the Rat with Adjuvant Arthritis, J Pharm. Sci., 103(2): 760-767, 2014.

[22] Al-Saadi, H. M., Pang, K. L., Ima-Nirwana, S., Chin, K. Y. Multifaceted Protective Role of Glucosamine against Osteoarthritis: Review of Its Molecular Mechanisms, Sci. Pharm., 87(4): 34, 2019.

[23] Moon, J. M., Finnegan, P., Stecker, R. A., Lee, H., Ratliff, K. M., Jäger, R., Purpura, M., Slupsky, C. M., Marco, M. L., Wissent, C. J. Impact of glucosamine supplementation on gut health, Nutrients, 13(7), 2180, 2021b.

[24] Niu, W., Chen, X., Xu, R., Dong, H., Yang, F., Wang, Y., Zhang, Z., Ju, J. Polysaccharides from natural resources exhibit great potential in the treatment of ulcerative colitis: A review. Carbohydr. Polym., 254, 117189, 2021.

[25] Pasanphan, W., Chirachanchai, S. Conjugation of gallic acid onto chitosan: an approach for green and water-based antioxidant, Carbohydr. Polym., 72(1): 169-177, 2008.

[26] Piegat, A., Goszczyńska, A., Idzik, T., Niemczyk, A. The importance of reaction conditions on the chemical structure of N, O-acylated chitosan derivatives, Molecules, 24(17), 3047, 2019.

[27] Zhong, Y., Qi, A., Liu, L., Huang, Q., Zhang, J., Cai, K., Cai, C. Shikonin attenuates H_2O_2-induced oxidative injury in HT29 cells via antioxidant activities and the inhibition of mitochondrial pathway-mediated apoptosis. Exp. Ther. Med., 22(4), 1-9, 2021.

[28] Gunawardena, D., Raju, R., Münch, G. Hydrogen peroxide mediates pro-inflammatory cell-to-cell signaling: a new therapeutic target for inflammation? Neural Regen. Res., 14(8): 1430-1437, 2019.

[29] Yang, T., Hu, S. L., Li, L., Wang, Y., Jiang, T. Effects of infliximab on oxidative stress and inflammation of H9c2 cells induced by H_2O_2, Cell. Mol. Biol., 69(9): 213-218, 2023.

[30] Kamalian, A., SohrabiAsl, M., Dolatshahi, M., Afshari, K., Shamshiri, S., Roudsari, N. M., Momtaz, S., Rahimi, R., Abdollahi, M., Abdolghaffari, A. H. Interventions of natural and syntheticagents in inflammatory bowel disease, modulation of nitric oxide pathways, World J Gastroenterol., 26(24): 3365-3400, 2020.

[31] Rana, T. Unravelling of nitric oxide signalling: a potential biomarker with multifaceted complex mechanism associated with canine inflammatory bowel disease (IBD), Anaerobe, 66: 102288, 2020.

[32] Sinha, A., Roy, S. Prospective therapeutic targets and recent advancements in the treatment of inflammatory bowel disease. Immunopharmacol. Immunotoxicol., 46(4): 550-563, 2024.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[33] Pantalos, G., Vaou, N., Papachristidou, S., Stavropoulou, E., Tsigalou, C., Voidarou, C., Bezirtzoglou, E. Antioxidant and Anti-Inflammatory Phytochemicals for the Treatment of Inflammatory Bowel Disease: A Systematic Review. Appl. Sci., 14(5): 2177, 2024.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

REUSE OF INDUSTRIAL WASTES: PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF CERAMIC WALL TILES WITH MARBLE WASTE AND COLEMANITE ADDITIVES

Undergraduate Student, Esra GÜÇLÜ
İzmir Katip Çelebi University
guclu.esra52@gmail.com - 0009-0001-0962-9054
Lecturer Dr., Saadet GÜLER
İzmir Katip Çelebi University
saadet.guler@ikcu.edu.tr - 0000-0001-9656-342X

ABSTRACT

This study investigates the effects of marble waste and colemanite additions on the production of ceramic wall tiles to promote environmental sustainability. Marble waste was used in four different ratios (0%, 1%, 3%, and 5%) to produce two sets of samples. In the first set, only marble waste was added, while in the second set, a fixed amount of 0.5% colemanite was also incorporated. The samples were sintered at 1000°C. The results showed that marble waste reduced the density of ceramics and increased porosity, negatively affecting their mechanical properties. However, the addition of colemanite balanced these negative effects by supporting the formation of the liquid phase during sintering, closing pores, and forming a denser and more compact structure. XRD analyses confirmed that colemanite promoted the formation of new crystal phases, increasing phase stability and ensuring a homogeneous distribution in the microstructure. Furthermore, colemanite, with its low viscosity property, reduced the material's porosity and decreased water absorption. Consequently, significant improvements in mechanical properties, such as density and compressive strength, were achieved. These findings demonstrate that industrial waste provides environmental and economic sustainability in ceramic production, contributing innovative and eco-friendly raw material solutions to both literature and industry.

Keywords : Ceramic Wall Tiles, Marble Waste, Colemanite Additive, Powder Metallurgy, Material Characterization

1. INTRODUCTION

Ceramic wall tiles are essential components nowadays in interior design and construction since they are aesthetically pleasing, long-lasting, and practical. These tiles are popular in homes as well as offices due to their exceptional qualities, which include surface hardness, low water absorption, and mechanical strength. High-temperature sintering techniques are used to obtain the desired performance of ceramic wall tiles, which are traditionally made from raw minerals such as feldspar, kaolin, and quartz. In addition to being aesthetically pleasing, these materials

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

offer durable solutions that require minimal maintenance and are resistant to environmental influences. But rising energy prices, the effects of extracting raw materials on the environment, and waste management issues have forced the industry into searching for more environmentally friendly production techniques. (Tarhan et al., 2016).

Ceramic wall tiles are gaining increasing popularity worldwide due to their practical and aesthetic advantages. The global ceramic wall tile market, valued at USD 132.2 billion in 2022, is projected to grow at a compound annual growth rate (CAGR) of 7.8% by 2030. This growth is primarily driven by construction activities in residential and commercial sectors, along with renovation projects in workplaces, healthcare facilities, and retail spaces. Ceramic tiles are steadily replacing traditional wall covering materials, such as paint, wooden panels, and wallpaper, thanks to their durability, resistance to stains and scratches, low maintenance requirements, and long-lasting performance (Carlos R. Ramos et al., 2023).

The production of ceramic tiles faces significant challenges due to the environmental impacts associated with raw material extraction and manufacturing processes. Issues such as energy consumption, environmental degradation, and the depletion of natural resources during extraction highlight the need for a sustainability-oriented evaluation of these processes. Moreover, the waste generated during production carries both financial and environmental consequences. In this context, integrating industrial waste into ceramic formulations is essential for minimizing environmental impacts and decreasing the use of virgin raw materials. Utilizing waste materials not only reduces dependency on natural resources but also offers innovative solutions to waste management challenges, paving the way for a more sustainable future in the ceramic industry. (Amin et al., 2019; Arel, 2016).

The marble industry presents a significant environmental challenge due to the large amounts of waste generated during production processes. During cutting and polishing, approximately 20–30% of marble blocks are converted into fine powder, which, due to its highly alkaline and abrasive nature, can pose risks to both human health and the environment. (Amin et al., 2019). Türkiye, which possesses 40% of the world's marble reserves, generates significant amounts of marble waste annually, making the proper management and storage of this waste critically important (Alyamaç and Ince, 2009; Aruntaş et al., 2010). Marble waste, with its calcium carbonate-rich composition, is regarded as a promising raw material for ceramic tile production. Integrating this waste into ceramic formulations enhances performance by increasing density, decreasing porosity, and improving mechanical properties. Moreover, reusing marble waste not only helps address waste management challenges but also provides economic advantages by lowering ceramic production costs (Arel, 2016; Castellano et al., 2022).

Colemanite, a boron-rich mineral, serves as a valuable additive in the ceramic industry. Its role as a fluxing agent is particularly significant, as it lowers the sintering temperature, thereby reducing energy consumption while enhancing the mechanical and thermal properties of ceramic products. Additionally, colemanite promotes the formation of glassy phases during ceramic production, which decreases water absorption and increases product durability. Moreover, its inclusion improves thermal shock resistance and dimensional stability, offering a notable advantage for high-performance applications (Mutlu et al., 2021).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Therefore, this material not only contributes to energy savings but also helps reduce the environmental footprint. Compared to traditional raw materials, ceramic formulations containing colemanite offer superior product performance with lower energy costs. These features make colemanite an important component that enhances both economic and environmental sustainability in ceramic production.

This study aims to enhance both environmental sustainability and product performance by investigating the synergistic effects of marble waste and colemanite in ceramic wall tile production. While marble waste contributes to density and mechanical strength, colemanite offers energy savings and thermal stability. The study seeks to contribute to the development of environmentally friendly and cost-effective solutions in the ceramic industry.

2. EXPERIMENTAL PROCEDURE

The raw material used in this study was a wall tile ceramic supplied by Ege Seramik, sieved to a particle size below 240 microns. Marble waste was incorporated at proportions of 0%, 1%, 3%, and 5% to produce two sets of samples: one set without colemanite and another set containing 0.025 grams of colemanite as an additive. Additionally, a control group containing only pure wall tile ceramic was prepared. Each composition was used to produce six samples, with a total weight of 5 grams per sample. Samples containing only the wall tile ceramic were designated as **WT**. Samples with marble waste added at proportions of 1%, 3%, and 5% were labeled as **WTM1**, **WTM3**, and **WTM5**, respectively. Additionally, samples with both marble waste and colemanite were designated as **WTMC1**, **WTMC3**, and **WTMC5**, corresponding to the same marble waste proportions.

Table 1. Weight Distribution of Wall Tile Ceramic Samples with Varying Additions of Marble Waste and Colemanite

Sample ID	Wall Tile Ceramic (g)	Marble Waste (g)	Colemanite (g)	Total Weight (g)
WTM1	4.950	0.05	0.000	5.000
WTM3	4.850	0.15	0.000	5.000
WTM5	4.750	0.25	0.000	5.000
WTMC1	4.925	0.05	0.025	5.000
WTMC3	4.825	0.15	0.025	5.000
WTMC5	4.725	0.25	0.025	5.000

The samples were dried in an oven at 120°C for 2 hours to remove moisture. Subsequently, they were sintered at 1000°C using a heat treatment furnace. The diameter and height of the samples were measured using a vernier caliper both before and after sintering, while their weights were recorded with a precision balance.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

To characterize the materials, XRD analysis was performed on both the raw materials and sintered samples to identify phase compositions. Additionally, TGA analysis was conducted to determine the thermal stability of the raw materials.
The Archimedes method was employed to assess the density and porosity of the samples. For this purpose, the samples were boiled in water for 2 hours and waited for 4 hours before measuring their dry, suspended, and wet weights. Necessary calculations were performed to evaluate porosity and bulk density. Finally, compressive strength tests were conducted to determine the mechanical properties of the sintered samples.

3. RESULTS

According to Figure 1., XRD study reveals the crystalline phases developed post-sintering at 1000°C through the incorporation of marble into wall tile waste. In the reference sample WT, quartz (SiO_2) was identified as the predominant phase, but the incorporation of marble waste resulted in the formation of novel phases, including calcium carbonate ($CaCO_3$) and anorthite ($CaAl_2Si_2O_8$). Calcium carbonate is reported to facilitate the creation of anorthite during decomposition, particularly in the WTM1, WTM3, and WTM5 samples. The retention of the quartz phase signifies the thermal stability of the silica component. The rising ratio of marble waste validates the efficacy of the processes occurring during sintering by enhancing the intensity of anorthite peaks. The results indicate that marble waste alters the structure of ceramic matrices and facilitates the development of novel crystal phases during 1000°C temperature sintering (Bezerra et al., 2020).

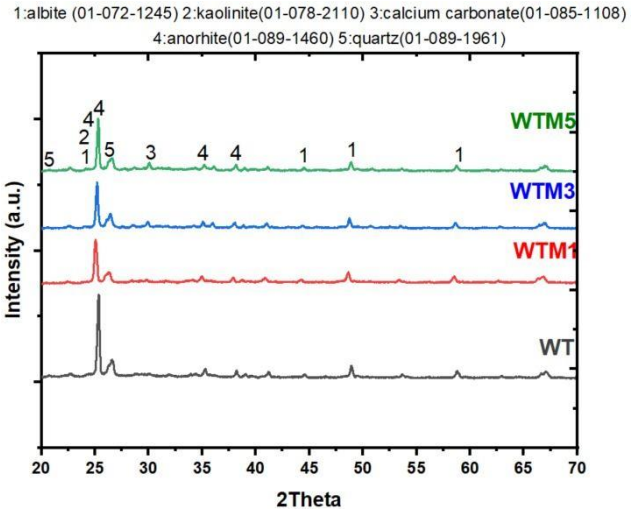


Figure 1. Phase analyses in wall tiles with marble waste at 1000°C

Figure 2 illustrates the crystal phases generated during sintering at 1000°C by incorporating marble and colemanite into the wall tile mixture. In the reference sample WT, quartz (SiO_2) remained the predominant phase, but the introduction of marble and colemanite led to the formation of new phases. Specifically, the WTMC1, WTMC3, and WTMC5 samples exhibited anorthite ($CaAl_2Si_2O_8$), albite ($NaAlSi_3O_8$), and colemanite ($Ca_2B_6O_{11}\cdot 5H_2O$) phases. The

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

addition of colemanite accelerated the development of anorthite by promoting liquid phase formation during sintering and enhancing phase transitions. The observed reduction in quartz peak intensity suggests that colemanite fills pores and supports crystal formation. These findings indicate that colemanite improves several properties of ceramic materials by facilitating phase changes (Mergen et al., 2004).

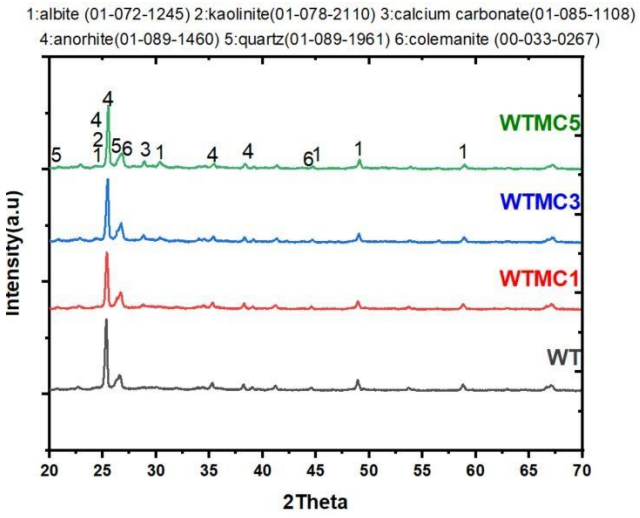


Figure 2. Phase analyses in wall tiles with marble waste and colemanite at 1000°C

The denser and more uniform structure observed in the WTM3 sample in Figure 3 suggests that the marble waste additive promotes a regulated microstructural distribution; in contrast, the WTMC3 sample in Figure 4, which includes the colemanite additive, displays a less porous and more compact structure, indicating that colemanite increases structural density by occupying pores during sintering (Galán-Arboledas et al., 2016).

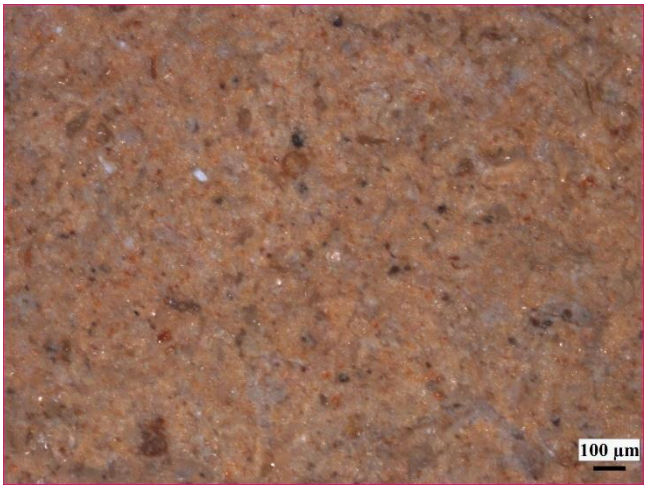


Figure 3. Optical Image of WTM3

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

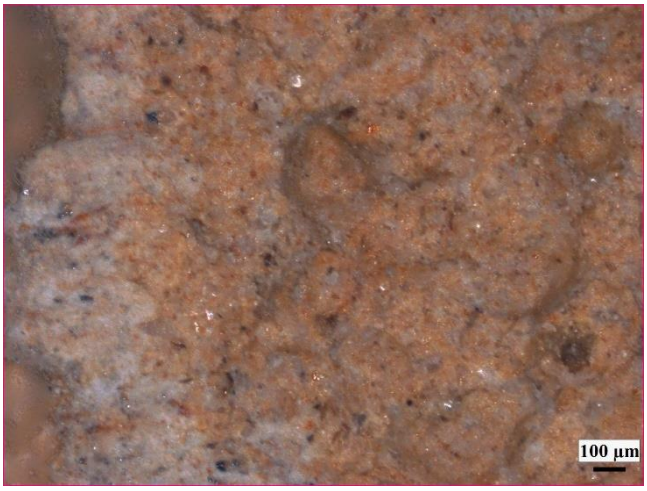
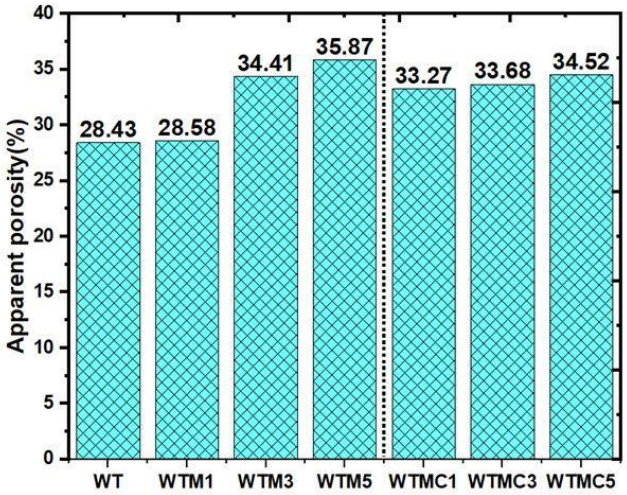


Figure 4. Optical Image of WTMC3

Figure 5 compares the apparent porosity values (in %) of different samples. The porosity values of WT (unadulterated wall tile) and WTM1 (low marble waste admixture) samples were 28.43% and 28.58%, respectively, showing minimal variation from the unadulterated matrix. However, as marble waste content increased (WTM3 and WTM5), the porosity rose to 34.41% and 35.87%, respectively. This demonstrates that marble waste increases porosity by reducing material density through the formation of voids during sintering. In the WTMC1, WTMC3, and WTMC5 samples, colemanite's porosity-reducing effect was partially evident. For example, the porosity of the WTM5 sample decreased from 35.87% to 34.52% with colemanite addition, as colemanite partially fills pores due to its low viscosity during sintering. However, this effect is limited, as higher marble waste ratios counteract the porosity-reducing properties of colemanite (Mergen et al., 2004). In conclusion, combining colemanite and marble waste has the potential to optimize porosity values, but the additive ratios must be carefully calibrated. Excessive marble waste content can increase porosity and negatively impact mechanical strength, highlighting the importance of precise formulations to enhance both mechanical and physical properties in ceramic matrices.



ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Figure 5. Apparent Porosity of Wall Tile Ceramic Composites with Colemanite and Marble Waste Additives.

Figure 6 illustrates the water absorption rates (in %) of the wall tile samples. The WT specimen, representing the unadulterated wall tile matrix, exhibited the lowest water absorption rate at 15.45%. In contrast, the WTM1 specimen, with a low proportion of marble waste additive, showed a slight increase to 15.33%. As the marble waste content increased, the water absorption rates of WTM3 (19.66%) and WTM5 (20.91%) samples rose significantly, indicating that marble waste increases water absorption by introducing more porosity into the structure during sintering.

The water absorption rates of WTMC1, WTMC3, and WTMC5 specimens, which included the colemanite additive, were reduced to 18.82%, 19.01%, and 19.73%, respectively. This reduction can be attributed to colemanite's ability to partially fill pores and promote the formation of a liquid phase at lower temperatures, thereby decreasing the water absorption rate. However, this effect of colemanite was limited with increasing marble waste content, and higher marble waste content increased the water absorption rates. As a result, marble waste additives are a factor that increases the water absorption rate of wall tile ceramics, while colemanite additive plays a stabilizing role. These data suggest that the proportions of colemanite and marble waste should be carefully optimized in order to improve both water impermeability and physical properties (Bezerra et al., 2020; Galán-Arboledas et al., 2016).

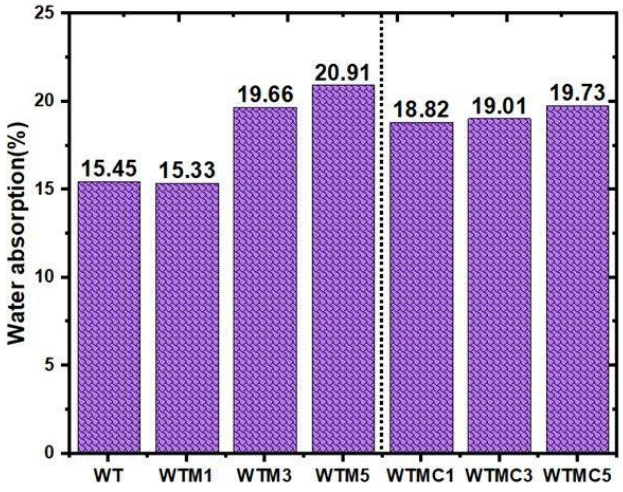


Figure 6. Water Absorption of Wall Tile Ceramic Composites with Colemanite and Marble Waste Additives.

Figure 7 shows the bulk density (g/cm³) values of the wall tile samples. The WT sample, which has a wall tile matrix without additives, is taken as a reference with a density value of 1.84 g/cm³. The WTM1 specimen with low marble waste content exhibited a density value of 1.86 g/cm³ with a slight increase. However, as the marble waste content increased, the density values of WTM3 and WTM5 samples decreased to 1.75 g/cm³ and 1.72 g/cm³, respectively. This shows that marble waste decreases the density due to its porosity increasing effect. WTMC1, WTMC3, and WTMC5, which are samples doped with colemanite, increased the density values to 1.76 g/cm³, 1.77 g/cm³ and 1.74 g/cm³, respectively. The formation of a liquid phase during

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

sintering and the filling of the pores by this phase provided some increase in density. However, this effect of colemanite was limited at high marble waste ratios. As a result, marble waste is effective as a density reducing additive, while colemanite partially balances this effect and improves the density values. These results emphasize that the proportions of marble waste and colemanite should be carefully adjusted to optimize mechanical strength and density in ceramic wall tile production (Aydin et al., 2017).

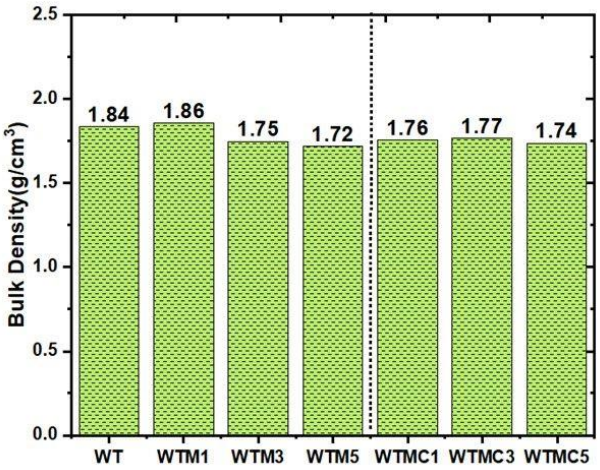


Figure 7. Bulk Density of Wall Tile Ceramic Composites with Colemanite and Marble Waste Additives.

Figure 7 shows the external volume values (cm^3) of the wall tile samples. The WT sample, which has a wall tile matrix without additives, is taken as a reference with an external volume value of 2.518 cm^3. While this value decreased to 2.43 cm^3 in the WTM1 sample with low marble waste additive, the external volume increased to 2.62 cm^3 and 2.63 cm^3 in WTM3 and WTM5 samples with increasing marble waste content. This shows that marble waste increases the voids in the structure by increasing porosity and thus has an expanding effect on the external volume. The external volume values of WTMC1, WTMC3, and WTMC5, which are samples doped with colemanite, were measured as 2.58 cm^3, 2.53 cm^3, and 2.45 cm^3, respectively. This shows that the liquid phase forming ability of colemanite enables the pores to be partially closed, and therefore some reduction in the external volume occurs. However, it is seen that this effect is limited with the increase in the marble waste ratio. As a result, while marble waste stands out as an additive that increases the external volume, colemanite plays a role in reducing the porosity in the ceramic structure by balancing this increase. The results obtained emphasize that the proportions of marble waste and colemanite should be carefully adjusted to optimize both mechanical and physical properties (Galán-Arboledas et al., 2016).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

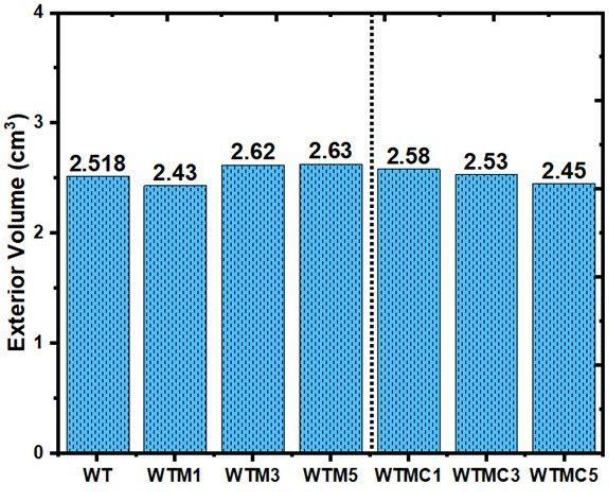


Figure 8. Exterior Volume of Wall Tile Ceramic Composites with Colemanite and Marble Waste Additives.

The thermogravimetric analysis (TGA) indicates that the wall tile ceramic sample experiences a mass loss of roughly 1% between 400°C and 600°C. The decomposition of organic materials or the evaporation of moisture typically causes the mass reduction within this temperature range. A notable 3% mass loss occurred between 600°C and 800°C, potentially attributable to the breakdown of carbonates within the ceramic matrix or alterations in the crystal structure. The ceramic mixture attained thermal stability subsequent to this temperature.

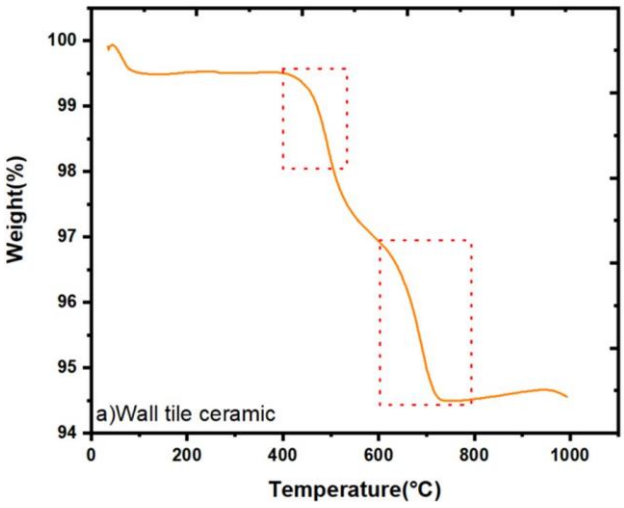


Figure 9. Thermal Decomposition of Wall Tile Ceramic with Highlighted Weight Loss Regions from TGA Analysis

Figure 10 has demonstrated the thermogravimetric analysis (TGA) results of colemanite powder, categorizing the weight loss observed with increasing temperature into two primary regions. A notable mass loss is observed between 250–450°C, attributed to the dissociation of crystal water within the colemanite structure. Dehydration reactions within this temperature

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

range are frequently highlighted in the literature as a characteristic of the thermal behavior of colemanite (Lotti et al., 2019).

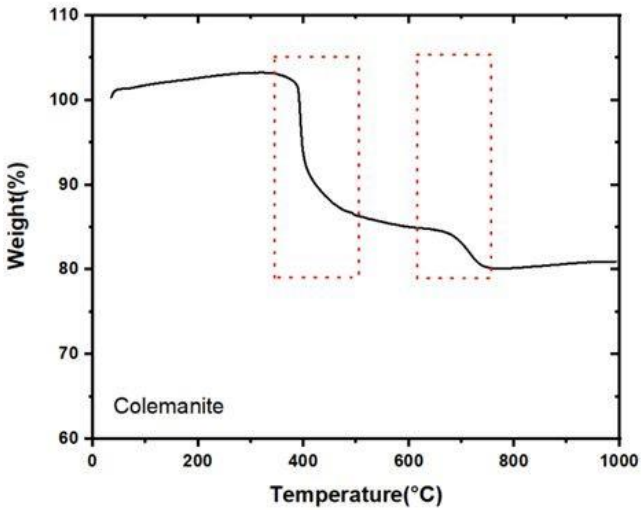


Figure 10. Thermal Decomposition of Colemanite with Highlighted Regions of Weight Loss from TGA Analysis

The TGA results indicate a notable reduction in the sample mass within the temperature range of 600-800°C. This reduction is due to the decomposition of calcium carbonate ($CaCO_3$), the primary constituent of marble waste, into calcium oxide (CaO) and carbon dioxide (CO_2). The mass loss observed in this temperature range aligns with the decomposition reaction of carbonates. This indicates that $CaCO_3$ has undergone complete decomposition and that a stationary phase has been attained. In a comparable study within the literature, TGA results of waste marble indicated a mass loss of 40-50% between 600-850°C, demonstrating a distinctive characteristic of carbonate weathering behavior (Güler et al., 2023).

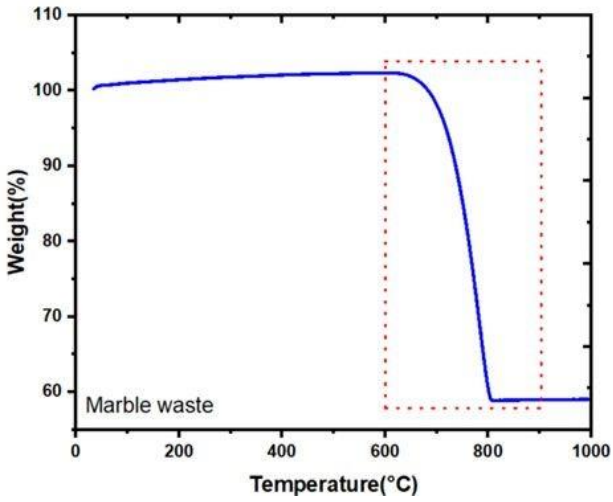


Figure 11. Weight Loss Behavior of Marble Waste as a Function of Temperature

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Figure 12 shows the compressive strength (C.S., MPa) results for the produced specimens. The WT specimen has the highest compressive strength (76.46 MPa), indicating that this reference specimen is structurally stronger than the other specimens. This high strength may indicate an unadulterated or optimized material structure. The compressive strength of WTMC1, WTMC3 and WTMC5 specimens decreased to 55.41 MPa, 55.56 MPa and 53.01 MPa, respectively. This decrease indicates the weakening of the mechanical properties of the material with increasing additive ratios. It can be thought that the additives reduce the material density by increasing the porosity and thus negatively affect the mechanical strength. However, similar compressive strength values were observed between WTMC1 and WTMC3 specimens, indicating that the additive has less effect on mechanical properties at certain ratios. In the case of WTMC5 specimen, it is observed that the strength decreased more; this indicates that the amount of additive may have exceeded the limit values on mechanical strength (Vardhan et al., 2019).

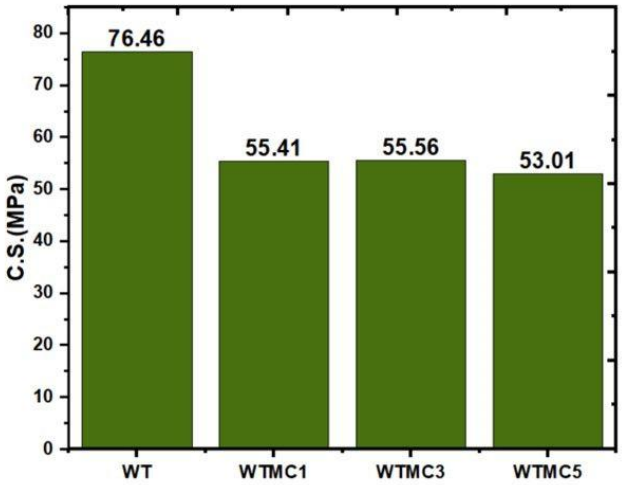


Figure 12. Compressive Strength of Wall Tile Ceramic Composites with Colemanite and Marble Waste Additives.

Figure 13 presents the compressive strength (C.S., MPa) results of wall tile specimens incorporating marble waste additives at various ratios. The reference specimen, WT, demonstrates a compressive strength of 76.46 MPa, surpassing that of the other specimens. It was observed that WTM1, a specimen incorporating marble waste additive, exhibited a strength of 80.98 MPa. Low levels of marble waste additives enhance mechanical strength by increasing material density during sintering. A notable reduction in compressive strength was noted as the content of marble waste increased. The compressive strength of the WTM3 and WTM5 specimens was measured at 58.95 MPa and 44.16 MPa, respectively. High marble waste content leads to increased porosity, adversely impacting mechanical strength. Marble waste additive enhances the mechanical properties of wall tiles at optimal rates; however, excessive additive levels diminish strength. The findings highlight the significance of the controlled utilization of marble waste regarding environmental sustainability and material performance (Aliabdo et al., 2014).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

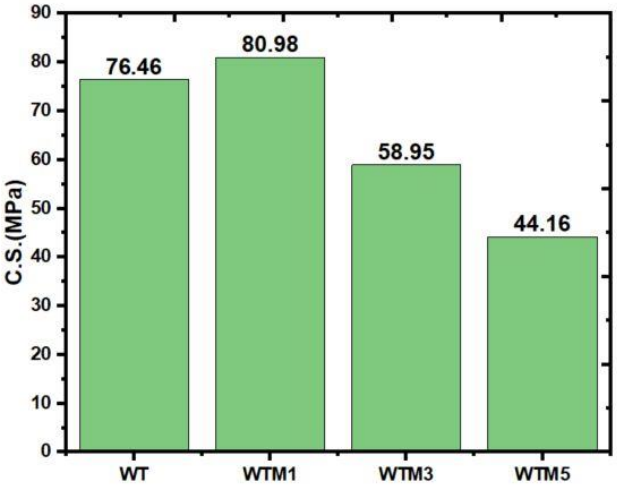


Figure 13. Compressive Strength of Ceramic Composite Wall Tiles with Marble Waste Additives.

4. CONCLUSION

This study examined the structural and microstructural characteristics of ceramic materials sintered at 1000°C through the incorporation of marble waste and colemanite addition into the wall tile ceramic composition. XRD investigations indicate that the incorporation of colemanite additive and marble waste facilitates the development of additional crystalline phases, including anorthite ($CaAl_2Si_2O_8$), albite ($NaAlSi_3O_8$), and colemanite ($Ca_2B_6O_{11}\cdot 5H_2O$), alongside quartz (SiO_2). The Archimedes test indicated that marble waste augmented porosity, whereas the colemanite additive enhanced density and phase stability by partially occluding the pores due to its capacity to generate a liquid phase. Microstructural investigations revealed a denser and more uniform structure in the WTMC3 sample including colemanite additive, but the WTM3 sample with marble waste had a more porous structure. These studies demonstrate that the colemanite conserves energy and enhances mechanical characteristics by lowering the sintering temperature. The incorporation of marble waste and colemanite additives in optimum ratios markedly enhances the mechanical and physical qualities of ceramic wall tiles, concurrently promoting environmental sustainability.

REFERENCES

Aliabdo, A. A., Abd Elmoaty, A. E. M., and Auda, E. M. (2014). Re-use of waste marble dust in the production of cement and concrete. *Construction and Building Materials, 50,* 28–41. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.09.005

Alyamaç, K. E., and Ince, R. (2009). A preliminary concrete mix design for SCC with marble powders. *Construction and Building Materials, 23*(3), 1201–1210. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2008.08.012

Amin, S. K., El-Sherbiny, S. A., Abo-Almaged, H. H., and Abadir, M. F. (2019). Recycling of Marble Waste in the Manufacturing of Ceramic Roof Tiles. In *Waste Valorisation and*

Recycling (pp. 119–127). Singapore: Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2784-1_11

Arel, H. S. (2016). Recyclability of waste marble in concrete production. *Journal of Cleaner Production*, *131*, 179–188. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.052

Aruntaş, H. Y., Gürü, M., Dayi, M., and Tekin, I. (2010). Utilization of waste marble dust as an additive in cement production. *Materials and Design*, *31*(8), 4039–4042. https://doi.org/10.1016/j.matdes.2010.03.036

Aydin, H., Ceylantekin, R., and Tokataş, G. (2017). The effect of colemanite addition on the properties of mullite-zirconia composites prepared by slip casting. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, *1*(80), 5–10. https://doi.org/10.5604/17348412.1234044

Bezerra, W. B. A., Filho, F. da C. G., Pereira, A. C., Monteiro, S. N., Marvila, M. T., Pereira Antunes, M. L., … Rocha, H. A. (2020). Effect of the Incorporation of Marble Waste in the Properties of Clay Ceramic Bricks. *Materials Science Forum*, *1012*, 250–255. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.1012.250

Carlos R. Ramos, J., Passalini, P. G. S., and Nilson F. Holanda, J. (2023). Utilization of marble waste as a sustainable replacement for calcareous in the manufacture of red-firing wall tiles. *Construction and Building Materials*, *377*(October 2022). https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131115

Castellano, J., Sanz, V., Cañas, E., and Sánchez, E. (2022). Industry-scalable wall tile composition based on circular economy. *Boletin de La Sociedad Espanola de Ceramica y Vidrio*, *61*(4), 374–382. https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2022.03.003

Galán-Arboledas, R. J., Cotes, T., Martínez, C., and Bueno, S. (2016). Influence of waste addition on the porosity of clay-based ceramic membranes. *Desalination and Water Treatment*, *57*(6), 2633–2639. https://doi.org/10.1080/19443994.2015.1017011

Güler, S., Yavaş, A., Pulat, G., Özcan, Ş., Karaman, O., and Sütçü, M. (2023). Green 3-step synthesis of bioactive wollastonite from industrial wastes: effects of sintering temperature, sintering time and milling time. *Journal of the Australian Ceramic Society*, *59*(3), 605–620. https://doi.org/10.1007/s41779-023-00860-4

Lotti, P., Comboni, D., Gigli, L., Carlucci, L., Mossini, E., Macerata, E., … Gatta, G. D. (2019). Thermal stability and high-temperature behavior of the natural borate colemanite: An aggregate in radiation-shielding concretes. *Construction and Building Materials*, *203*, 679–686. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.01.123

Mergen, A., Kayed, T. S., Bilen, M., Qasrawi, A. F., and Gürü, M. (2004). Production of Anorthite from Kaolinite and CaCO3 via Colemanite. *Key Engineering Materials*, *264–268*, 1475–1478. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.264-268.1475

Mutlu, H. S., Uysal, T., and Erdemoğlu, M. (2021). *Investigations for innovative ceramic wall tiles : Synergistic effects of pyrophyllite and colemanite*. (June).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Tarhan, M., Tarhan, B., and Aydin, T. (2016). The effects of fine fire clay sanitaryware wastes on ceramic wall tiles. *Ceramics International*, *42*(15), 17110–17115. https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.07.222

Vardhan, K., Siddique, R., and Goyal, S. (2019). Strength, permeation and micro-structural characteristics of concrete incorporating waste marble. *Construction and Building Materials*, *203*, 45–55. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.01.079

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

TAVUK HİDROKSİAPATİT-%1 MAGNEZYUM OKSİT SİSTEMİNE %0.25-1.0 ORANLARINDA YTRİYUM OKSİT İLAVESİ VE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi, SÜLEYMAN SERDAR PAZARLIOĞLU

Marmara Üniversitesi

spazarlioglu@marmara.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-7870-8418

Dr., HASAN GÖKÇE

İstanbul Teknik Üniversitesi

gokceh@itu.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-7892-5642

ÖZET

Bu çalışmada tavuk hidroksiapatit-%1.0 magnezyum oksit (THA-1MgO) sistemine %0.25, 0.5 ve 1.0 oranlarında ytriyum oksit (Y_2O_3) katkıları yapılarak oluşturulan üçlü sistemler 1200, 1250 ve 1300 ^oC sıcaklıkta 4 saat süre ile sinterlenerek, oluşturulan üçlü sistemlerin THA-1MgO' in özelliklerine ne gibi etkiler sağladığı araştırıldı. Yapılan incelemeler neticesinde artan Y_2O_3 ilavesinin tüm sinterleme sıcaklıklarında THA-1MgO sisteminin yoğunluğunda azalmaya, ancak; kırılma tokluğu ve basma mukavemetinde artışa katkı sağladığı belirlendi. Artan sıcaklıkla THA-1 MgO' in yoğunluğu 2.843±0.040 g/cm^3' ten 3.009±0.009 g/cm^3' e, kırılma tokluğu 0.956±0.186 MPam$^{1/2}$'den 1.422±0.195 MPam$^{1/2}$'ye ve basma mukavemeti 162±15.716 MPa' dan 209±15.355 MPa' ya çıkmıştır. Y_2O_3 ilavesi ile ilgili özelliklerden yoğunluğun 2.987±0.019 g/cm^3' e gerilemesine karşın, kırılma tokluğunun 1.732±0.304 MPam$^{1/2}$' ye ve basma mukavemetinin 214±16.522 MPa' ya arttığı belirlendi. Mikroyapısal değerlendirmelerle bu durumun Y_2O_3 ilavesi ile THA-1MgO' daki dekompoze olma oranının ve tane boyutunun azalması ile ilgili olduğu tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Tavuk Hidroksiapatit, Magnezyum Oksit, Ytriyum Oksit, Sinterleme

1. GİRİŞ

Taze et tüketimi dünya nüfusuyla birlikte artmaktadır, bu da mezbahaların ve et ve balık işleme tesislerinin yan ürün olarak muazzam miktarda sığır eti, domuz eti, kümes hayvanı ve balık atığı kemiği ürettiği anlamına gelir. Dünya çapında, atık hayvan kemikleri (AHK' leri) gıda endüstrisi ve evsel atıklardan kaynaklanan büyük bir atıktır ve tahmini yıllık küresel AHK 130 milyon metrik tonu aşmaktadır. Ekonomik amaçlarla kullanılmak yerine, kemik kalıntıları genellikle mezbaha ve evsel atık olarak kabul edilir ve işlenir, ardından çöplüklerde bertaraf edilir. Atık yönetimi zorluğuna ek olarak, uygunsuz bertaraf daha fazla çevresel yük yaratır ve sağlık sorunlarına yol açabilir. AHK' lerinin geri kazanılması, atıklardan kaynaklanan çevresel sorunları azaltabilir, yeraltı suyu kirliliğini ve hava kirliliğini önleyebilir. Bunun için, AHK' lerinin yenilenebilir bir kaynak olarak kullanılması bilimsel anlamda ilgi görür bir konu haline gelmiştir. Yapılan araştırmalarla, AHK' lerinin gıda ve ilaç endüstrileri dahil olmak üzere çeşitli sektörlerde kullanılabilir nitelikte olduğu ve yüksek katma değerli

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ürünler haline dönüştürülebileceği belirlenmiştir. Hayvan kemiklerinin bileşimi %30-35 oranında organik bileşenlerden (kolajen (%95) ve proteinler) ve %65-70 oranında inorganik bileşenlerden oluşur. Kemiğin inorganik bileşeni; dişçilik, kemik-doku mühendisliği ve biyomedikal mühendisliği alanlarında yaygın olarak kullanılan ve $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ kimyasal bileşimine sahip hidroksiapatit (HA)' ten oluşur ve AHK' lerinin inorganik kısmı da insan kemiğinin inorganik bileşimini oluşturan HA ile benzerlik göstermektedir ve yaklaşık %56.3 oranında fosfat ve %36.8 oranında kalsiyumdan oluşmaktadır [1]. AHK' lerinden birisi olan tavuk uyluk kemikleri üzerine yapılan araştırmalar, onlarında HA üretiminde kullanılabileceğini ortaya koymuştur [2]. Klinik araştırmaları; THA' in kemik defektlerinin onarımında, 6 ve 8 hafta postoperatif olarak osteonektine karşı pozitif immünoreaktif hücrelerde önemli bir artış sağladığını ve düşük maliyetli ve çok yönlü biyolojik etkisi nedeniyle greft olarak kullanılmasının kemik doku mühendisliği için yararlı olduğunu ortaya koymuştur [3]. Gümüş ilaveli THA' in hem gram negatif hem de gram pozitif suşlarda güçlü bakterisidal aktivite gösterdiği ve çeşitli biyomedikal uygulamalarda kullanılabilir nitelikte potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir [4]. Ancak; THA' te tıpkı sığır [5], deve [6], keçi [7], domuz [8] ve hindi [9] gibi AHK' lerinden elde edilen HA' ler gibi insan vücudunda yüke dayanım gerektiren uygulamalarda kullanılabilecek nitelikte kırılma tokluğu ve basma mukavemetine sahip olmadığı belirlenmiştir. Bunun temel nedeni; 1200^oC ve üzerindeki sıcaklıklarda sinterlenmesi neticesinde yüksek oranda dekompoze olmasıdır [10]. Bu olumsuz etkiyi gidermenin yollarından birisi ağırlıkça %1 oranında magnezyum oksit (MgO) ile takviyelendirilmesidir [11]. Ağırlıkça %1 oranında magnezyum MgO takviyesi, dekompozisazyon nedeni ile oluşan beta trikalsiyumun (β-TCP), oranını %0' a kadar çekmekte ve HA ile Whitlockite' ten oluşan bir bifazik oluşumunu sağlamaktadır [12]. THA' te Whitlockite varlığı, β-TCP' ye oranla daha pozitif mekanik ve biyolojik karakteristik kazanılmasını sağlamaktadır [13]. Ancak; bu olumlu etkisine rağmen HA' in kırılma tokluğunun maksimum 1.48 $MPam^{1/2}$' ye kadar artmasına katkı sağlayabilmektedir [14]. Bu durum ise THA-%1MgO ikili sisteminin yaklaşık 2 $MPam^{1/2}$' lik kırılma tokluğu aranan kemik implant malzemesi olarak kullanım süresini bir hayli aşağıya çekmektedir [15]. Bu olumsuz etkiyi minimize etmenin yollarından birisi ilgili ikili sistemin bir başka seramik malzeme ile takviyelendirilmesidir. Ancak; zirkonyum oksit (ZrO_2) [16], alümina (Al_2O_3) [17] ve titanyum oksit (TiO_2 [18]) gibi HA' in mekanik özelliklerini iyileştirebilmek adına kullanılan takviye malzemelerinin, HA' in dekompoze olma oranlarında yüksek oranda artışa sebep olmalarından dolayı, THA-1MgO ikili sisteminde kullanılmasından kaçınılması gereği ön görülmüştür. Bu takviyelerin yerine daha önce THA-0.5TiO_2 ikili sisteminde takviye malzemesi olarak kullanmış olduğumuz ytriyum oksit (Y_2O_3)' in [19], THA-1MgO sisteminde ön görülmüş ve

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

bu bağlamda bu çalışmada ağırlıkça %0.25, 0.5 ve 1.0 oranlarında ilavesinin etkileri araştırılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada THA tozları, atık tavuk kemiklerinin ilk olarak haşlanması ve ardından NaOH çözeltisi içerisinde bekletilip en son olarak 800^{o}C' de 4 saat süre ile kalsine edilmesiyle elde edilmiştir. Bu aşamadan sonra THA-1MgO ikili sistemi ve THA-1MgO-0.25/1Y_2O_3 üçlü sitemlerine ait karışım oranlarında karışımlar hazırlanmış ve kodlanarak (**Çizelge 1**), 180 devir/dakika hızda zirkonya bilya ve etil alkol ile homojenize edilmiştir. Homojenizasyon işlemi tamamlandıktan sonra hazırlanan karışımlar, 350 MPa basınç altında tek eksenli presleme ile peletlenmiş ve 1200, 1250 ve 1300^{o}C sıcaklıklarda 4 saat süre ile sinterlenmiştir.

Çizelge 1. Hazırlanan ikili ve üçlü sistemler ve kimyasal bileşimleri

Kodu	**Kimyasal Bileşimi (%ağırlıkça)**		
THA-1M	THA	1.0 MgO	
THA-1M-0.25Y	THA	1.0 MgO	0.25 Y_2O_3
THA-1M-0.50Y	THA	1.0 MgO	0.50 Y_2O_3
THA-1M-1Y	THA	1.0 MgO	1.0Y_2O_3

Yoğunluk ölçümleri destile suda ve Arşimet Yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kırılma tokluğu ölçümlerinden önce sinterlenen numunelerden birer adetinin yüzeyi 500-5000 mesh aralığında olmak üzere zımparalanmış, 1µ' luk elmas pasta ile parlatılmış ve Future Tech FM 301 marka mikrosertlik cihazında 300 gram yük altında 10 saniye bekletilerek 10 farklı noktadan kırılma tokluğu ölçümleri gerçekleştirilmiş ve Formül 1' e göre hesaplanmıştır [19].

$$K_{ıc} = 0.203(c/a)^{-1.5}(HV)(a)^{0.5} \qquad \text{Formül 1}$$

Burada; $K_{ıc}$: Kırılma tokluğu (MPam$^{1/2}$), c: Oluşan çatlağın, mikrosertlik izinin merkezine uzaklığı (m), HV: Sertlik (MPa), a: Mikrosertlik ölçümünde oluşan izin yarısı (m)

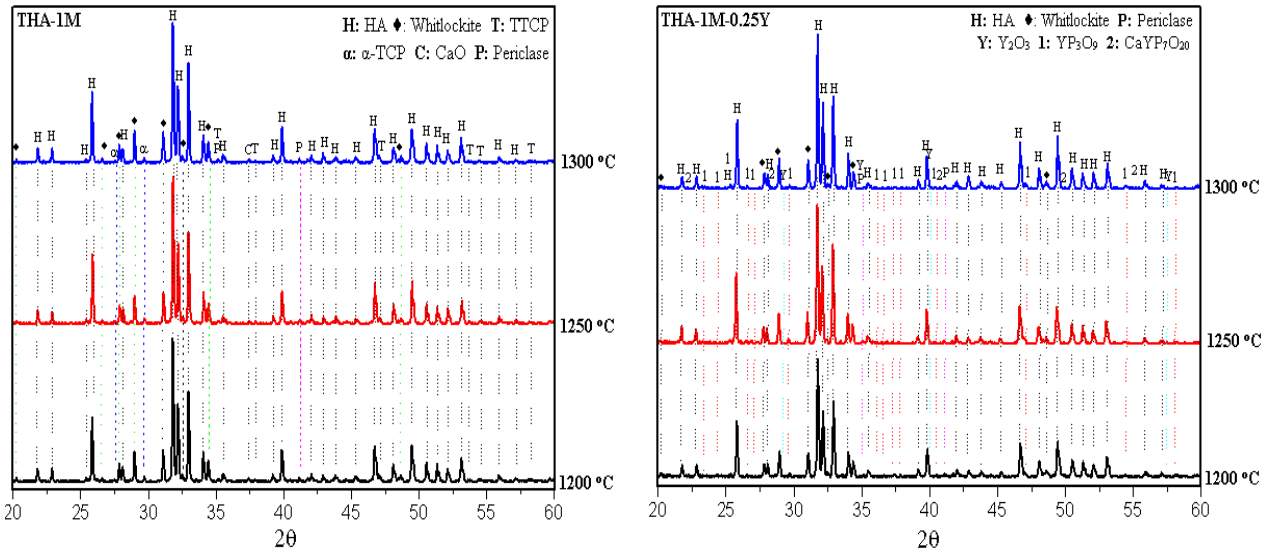
Basma deneyleri 2 mm/dakika hızda ve 5' er adet numune kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sinterleme işlemini sonrası, sinterlenmiş olan numunelerden basma testine tabii tutulanlar seramik havanda ezilerek toz haline getirildi ve toz haline getirilmiş olan numuneler, 20-60^{o}' lik 2θ aralığında Philips X'Pert marka XRD cihazında 0.02^{o}' lik ilerleme hızı ile analiz edildi. Sinterleme sıcaklıklarına ve yapılan ilavelere bağlı olarak mikroyapısal değişimler Zeiss-Evo | MA10 marka SEM cihazında tespit edildi.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

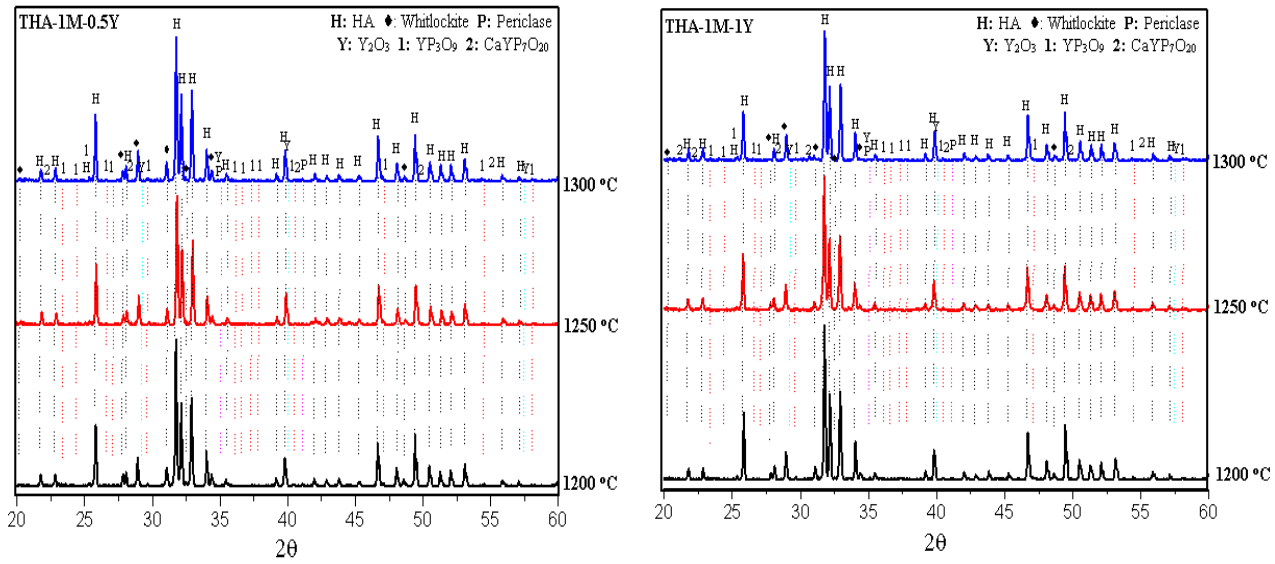
Görsel 1' de görüldüğü üzere THA-1M ve THA-1M-Y kompozitlerine ait XRD analizi görülmektedir. THA-1M ikili sisteminde HA, alfa trikalsiyum fosfat (α-TCP), kalsiyum oksit (CaO), tetrakalsiyum fosfat (TTCP), whitlockite ve Periclase (MgO) fazları dedekte edilmiştir. Artan sıcaklıkla HA oranı %81.3' ten %76.2' ye kadar gerilemiştir. Artan sıcaklıkla Periclase oranı %1.5' ten %2.4' e ve whitlockite oranı da %17.2' den %21.4' e kadar artmıştır. Bu fazlardan α-TCP, CaO ve TTCP fazlarının dedekte edilmesi THA' nın ilgili fazlara dekompoze olması ile ilgili olup, 1300 ^{o}C ve altındaki sıcaklıklarda sinterlenmiş diğer biyolojik kaynaklı

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

HA' ler içinde doğrulanmıştır [20]. Bunun nedeni de biyolojik kaynaklardan elde edilen HA' lerin Ca/P molar oranının, sentetik olarak üretilen HA' lerdeki Ca/P molar oranından (1.667) farklı oranda olmasıdır [21]. Y_2O_3 ilaveli numunelerin XRD analizlerinden görüleceği üzere; THA-1M ikili sisteminde dedekte edilmiş olan α-TCP, CaO ve TTCP fazlarının oluşmadığı bu fazların yerine Y_2O_3, YP_3O_9 ve $CaYP_7O_{20}$ fazları dedekte edilmiştir. Bu fazların oluşumu Ca-O arasındaki mesafenin (2.34Å [22]) Y-O arasındaki mesafeden (3.10 Å [23]) daha düşük olması ve ilgili boşluğa P' nin daha kolay difüze olması ile ilgilidir. MgO ve Y_2O_3 arasında bir ara fazın oluşmaması MgO-Y_2O_3 ikili faz diyagramı üzerine gerçekleştirilen çalışmada doğrulanmış olup, ara faz oluşturabilmeleri için yaklaşık olarak 2590K sıcaklıkta sinterlemeleri gerekmektedir [24]. Bir diğer nedeni de, MgO-Y_2O_3 ikili sisteminin bu sıcaklığın altında birbirleri içerisinde hiç çözünmeyecek şekilde bir davranış sergilemeleridir [25]. **Görsel 2**' de görüldüğü üzere; Y_2O_3 ilaveli numunelerin yoğunluğu bu sebepten ve Y_2O_3, YP_3O_9 ve $CaYP_7O_{20}$ fazlarının varlığından dolayı THA-1M ikili sistemine göre daha düşük olarak ölçülmüştür. Çünkü oluşan ara fazların teorik yoğunlukları (YP_3O_9: 2.85 g/cm^3 [26], $CaYP_7O_{20}$: 2.56 g/cm^3 [27]), THA-1M' de oluşan ara fazlara (α-TCP: 2.86 g/cm^3 [28], CaO: 3.34 g/cm^3 [29], TTCP: 3.06 g/cm^3 [30]) göre daha düşüktür. Düşük yoğunluklu bu ara fazlar yoğunlaşmanın azalmasına neden olmuştur. Benzer davranış Y_2O_3 ilavesi yapılan sentetik HA-ZrO_2 ikili sisteminde de doğrulanmıştır. THA-1M' in yoğunluğu artan sıcaklıkla artmış ve 2.843±0.040 g/cm^3' ten 3.009±0.009 g/cm^3'e çıkmıştır. THA-1M-0.25Y' nin yoğunluğu 2.778±0.008 g/cm^3' ten 2.987±0.019 g/cm^3'e, THA-1M-0.5Y' nin yoğunluğu 2.818±0.018 g/cm^3' ten 2.939±0.054 g/cm^3'e ve THA-1M-0.1Y' nin yoğunluğu 2.809±0.016 g/cm^3' ten 2.911±0.019 g/cm^3'e çıkmıştır.



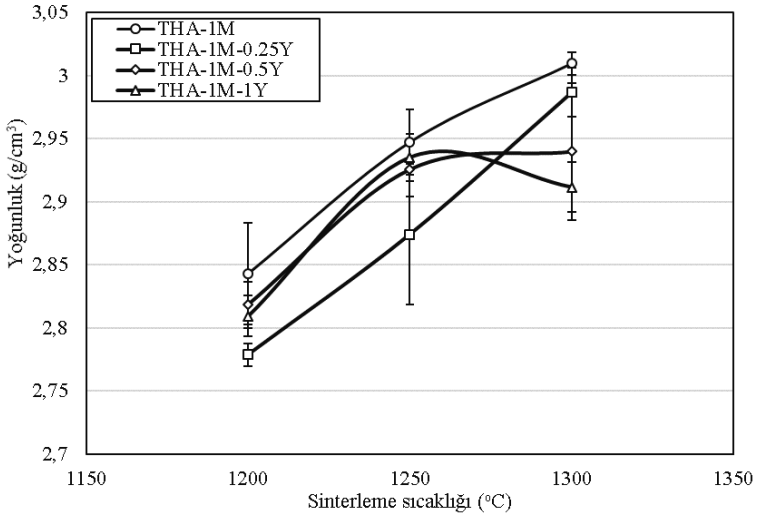
ISBN NR: 978-625-5962-02-7



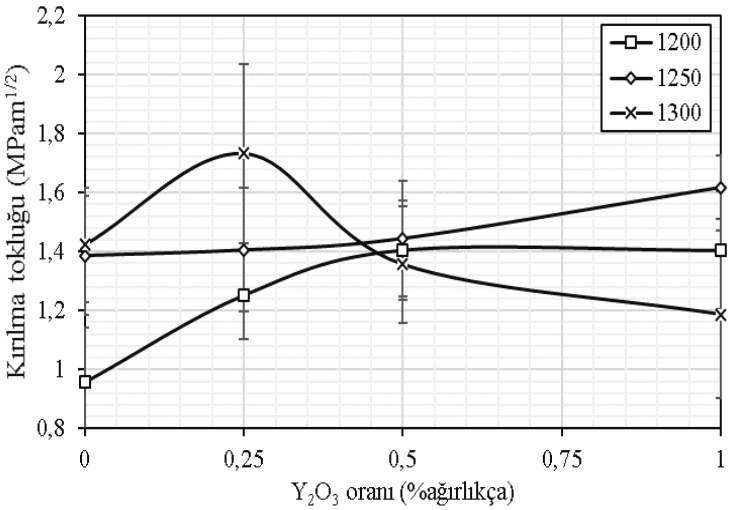
Görsel 1. THA-1M ve THA-1M-Y kompozitlerine ait XRD analizi

Y_2O_3 ilavesi her ne kadar THA-1M' in yoğunlaşma davranışında azalmaya neden olsa da, **Görsel 3** ve **Görsel 4**' de görüldüğü üzere kırılma tokluğu ve basma mukavemetinde artışa katkıda bulunmuştur. THA-1M ikili kompozitinin kırılma tokluğu artan sinterleme sıcaklığı ile artmış ve sırasıyla 1200 ºC' de 0.956±0.186, 1250 ºC' de 1.386±0.201 ve 1300 ºC' de ise 1.422±0.195 $MPam^{1/2}$ olarak ölçülmüştür. Y_2O_3 ilavesi tüm sinterleme sıcaklıklarında THA-1M ikili sistemine ait kırılma tokluğu değerlerinde artışa katkı sağlamıştır. THA-1M-Y üçlü sistemi için en yüksek kırılma tokluğu değerleri 1200 ºC için 1.405±0.168 $MPam^{1/2}$, 1250 ºC için 1.617±0.108 $MPam^{1/2}$ ve 1300 ºC için 1.732±0.304 $MPam^{1/2}$ olarak ölçülmüştür. Bu değerlerden görüleceği üzere artan sıcaklıkla Y_2O_3 ilavesi THA-1M ikili sisteminde sırasıyla %46, %16 ve %26 civarında artış sağlamıştır. Bu artışların Y_2O_3 ilaveli numunelerde oluşan ara fazların THA-1M' de oluşan ara fazlara oranla daha tok olmasından ve mikroindentasyon esnasında oluşan çatlağın ilerlemesini engellemesinden kaynaklanabileceği kanaatine varıldı. Bir diğer nedeni Y_2O_3' ün (3.45 $MPam^{1/2}$ [30]) MgO' ya (2.90 $MPam^{1/2}$ [31]) ve THA' ya (1.071±0.058 $MPam^{1/2}$ [32]) oranla daha tok olmasıdır. Ancak; Y_2O_3 ilavesi ile elde edilen 1.732±0.304 $MPam^{1/2}$' lik kırılma tokluğu Ref [15]' te belirtilen sınır değeri aşmadığından insan vücudu için arzu edilir değerde olmadığı görüldü.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



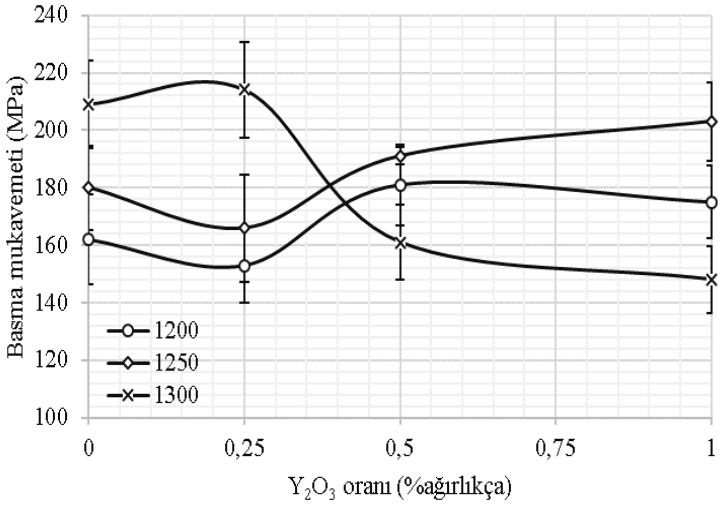
Görsel 2 Y_2O_3 ilaveli ve ilavesiz numunelerin sinterleme sıcaklıklarına bağlı olarak yoğunluklarındaki değişim



Görsel 3 Y_2O_3 oranına ve sinterleme sıcaklıklarına bağlı olarak kırılma tokluğundaki değişim

Görsel 4 Y_2O_3 oranına ve sinterleme sıcaklıklarına bağlı olarak kırılma tokluğundaki değişimi göstermektedir. THA-1M' in basma mukavemeti artan sıcaklıkla artış göstermiş ve sırasıyla 162±15.716, 180±14.637 ve 209±15.355 MPa olarak ölçülmüştür. THA-1M' e %0.25 oranında Y_2O_3 eklenmiş numunelerde basma mukavemeti artan sıcaklıkla artış sergilemiştir ve sırasıyla 153±13.000, 166±18.681 ve 214±16.522 MPa olarak ölçülmüştür. THA-1M-0.5Y ve THA-1M-1Y üçlü sistemleri için basma mukavemeti değerleri 1250 °C' de en yüksek değerlerine çıkmış ve sırasıyla 191±3.000 ve 203±13.495 MPa olarak ölçülmüş; ancak, 1300 °C' de ilgili sistemlerin basma mukavemetleri sırasıyla 161±13.114 ve 148±11.468 MPa' ya gerilemiştir. İlgili sistemlerin 1300 °C' ye çıkıldığında basma mukavemetlerindeki azalmanın sebebi **Görsel 5**' te görüleceği üzere; tane boyutlarındaki artıştan [33] ve bu sıcaklıkta oluşan $CaYP_7O_{20}$ fazından kaynaklanmıştır.

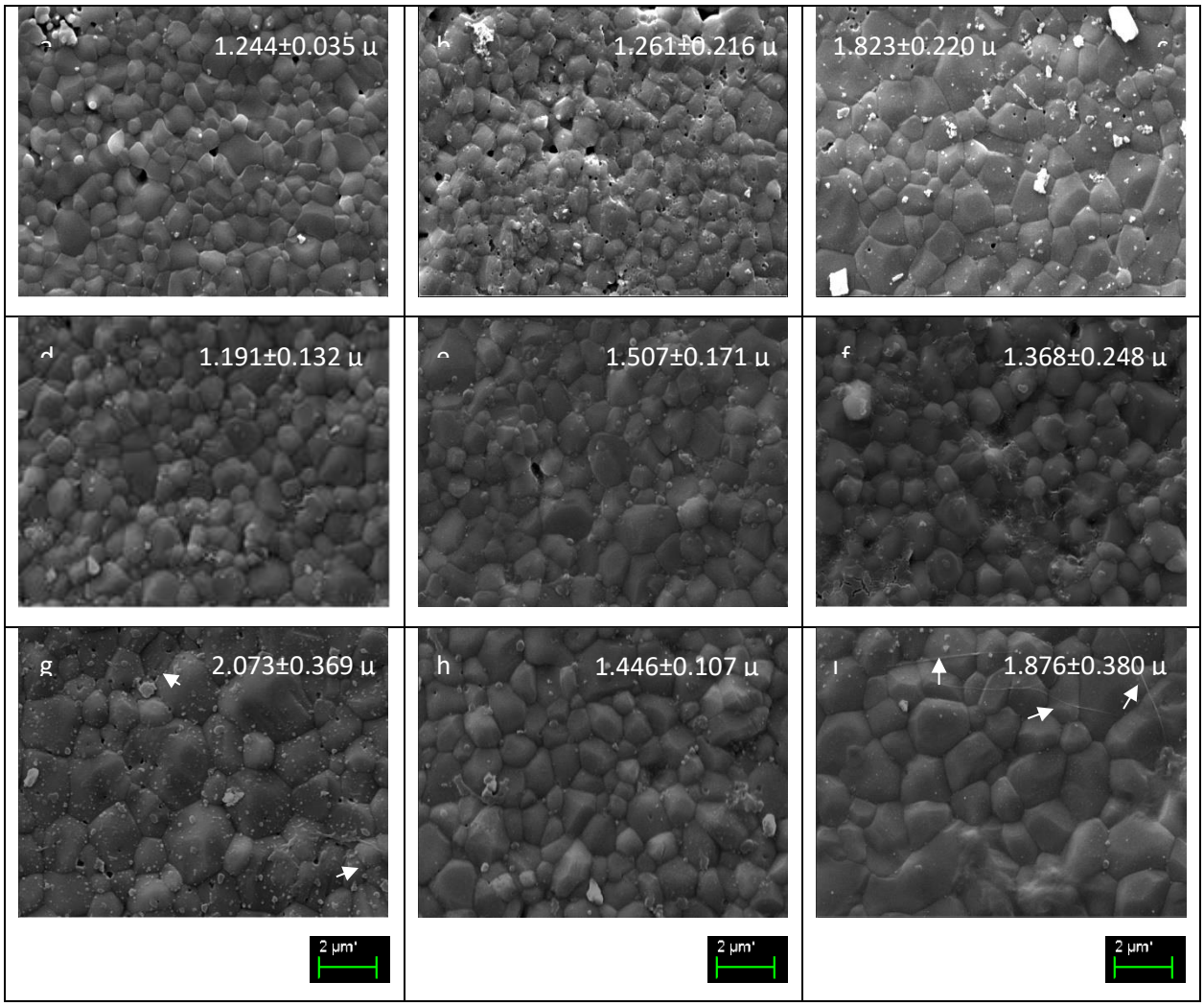
ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 4 Y_2O_3 oranına ve sinterleme sıcaklıklarına bağlı olarak kırılma tokluğundaki değişim

Görsel 5' te THA-1M ikili ve THA1M-Y üçlü sistemleri için SEM mikroyapı görüntüleri verilmiştir. Sinterleme nedeniyle ortalama tane boyutları artmıştır. Bu da sinterlemenin doğası gereğidir. THA-1M' in tane boyutu 1.244±0.035 µ' dan 1.244±0.035 µ' dan 1.823±0.220 µ' a kadar artmıştır. Bu değerin sığır HA-MgO' dan daha düşük olduğu belirlenmiştir [34]. THA-1M-0.25Y üçlü sisteminin 1250 ve 1300 ºC' de sinterlenmesi neticesinde ortalama tane boyutları aynı sıcaklıklar için THA-1M' de ölçülen tane boyutlarına göre sırasıyla %5.55 ve %17.33 oranlarında azalmaya katkı sağlamıştır. Ancak; 1300 ºC' de sinterlenen THA-1M-0.5Y ve THA-1M-1Y üçlü sistemlerinde aşırı tane büyümeleri ve ilgili SEM mikroyapıları üzerinde görüldüğü üzere çatlak oluşumları gözlemlenmiştir. Çatlak oluşumları HA matrisli ikili ve/veya üçlü sistemler içinde doğrulanmıştır ve birkaç nedeni vardır: Birincisi; ana malzeme olarak kullanılan HA' nın 1300 ºC ve üzeri sıcaklıklarda sinterlenmesi nedeniyle oluşan dekompozisazyondur. HA' de dekompozisazyon oluşumu iç gerilmelere neden olduğu için çatlağa neden olurlar [35]. Ancak; THA-1M ve THA-1M-0.25Y' de çatlak oluşumu görülmemiştir. Bunun iki nedeni vardır: Birincisi Mg' nin whitlockite fazının oluşumuna neden olması [36], ikincisi ise; ağırlıkça %0.25 oranında Y_2O_3 ilavesinin YP_3O_9 ve düşük oranda $CaYP_7O_{20}$ fazının oluşmasına neden olmasıdır. $CaYP_7O_{20}$ fazının şiddeti ağırlıkça %0.25 ve %0.5 oranında Y_2O_3 ilavesi neticesinde arttığından dolayı ilgili üçlü sistemlerin 1300 ºC' de sinterlenmesi hem çatlak oluşumuna hem de tane büyümesinin artmasına neden olmasıdır. Bunun nedeni, $CaYP_7O_{20}$' nin monoklinik kristal kafes yapısında kristalize olması ve sıkı paket kafes yapısında gerinmeye neden olmasıdır [37].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 5 a-) 1200 ºC, b-) 1250 ºC ve c-) 1300 ºC' de sinterlenen THA-1M ikili sistemine, d-) 1250 ºC ve e-) 1300 ºC' sinterlenen THA-1M-0.25Y, f-) 1250 ºC ve g-) 1300 ºC' sinterlenen THA-1M-0.5Y, h-) 1250 ºC ve ı-) 1300 ºC' sinterlenen THA-1M-1Y üçlü sistemlerine ait SEM mikroyapı görüntüleri

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada THA-1M ikili sistemine ağırlıkça %0.25, 0.5 ve 1 oranlarında Y_2O_3 ilave edilmiş ve hazırlanan kompozitler 1200, 1250 ve 1300 ºC sıcaklıkta sinterlenerek, Y_2O_3' in etkileri incelenmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar neticesinde; Y_2O_3 ilavesinin yoğunlukta azalmaya neden olurken, kırılma tokluğu ve basma dayanımında artışa katkı sağladığı belirlenmiştir. Yoğunluktaki azalmanın nedeni; THA-1M ikili sisteminde oluşan ara fazların Y_2O_3 ilaveli numunelerde oluşan ara fazlara oranla daha yüksek teorik yoğunluğa sahip olmasıdır. Kırılma tokluğu ve basma mukavemetindeki artışların MgO' ya oranla yüksek tokluk özelliğine sahipY_2O_3 ile ara faz olarak oluşan YP_3O_9' un tane büyümesini engellemesi ve mikroindentasyon ve/veya basma yükü etkisi altında çatlak ilerlemesini bir miktar engelleyebilmesidir. Ancak Y_2O_3 ilaveli numunelerde elde edilen en yüksek kırılma tokluğu değerinin biyomedikal uygulamalar için yeterli olmadığı belirlenmiştir. 1300 ºC sıcaklıkta sinterleme neticesinde Y_2O_3 ilaveli numunelerde ara faz olarak tespit edilen YP_3O_9 fazına

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ilaveten oluşan $CaYP_7O_{20}$' in monoklinik kristal kafes yapısında kristallenmesi nedeni ile çatlak oluşumuna ve tane büyümesine neden olduğu artan Y_2O_3 oranının artmasıyla şiddetinin artmasından dolayı basma dayanımında azalmaya sebebiyet verdiği belirlendi.

KAYNAKÇA

[1] Hart, A., Ebiundu, K., Peretomode, E., Onyeaka, H., Nwabore, O.F., Obileke, K.C. Value-added Materials Recovered from Waste Bone Biomass: Technologies and Applications, RCS Advances, July, 12, 2022.

[2] Bee, S.L., Abdul Hamid, Z.A. Characterization of Chicken Bone Waste-Derived Hydroxyapatite and Its Functionality on Chitosan Membrane for Guided Bone Regeneration, Composites Part B, 163, 2019.

[3] Luna-Domínguez, J.H., Téllez-Jiménez, H., Hernández-Cocoletzi, H., García-Hernández, M., Melo-Banda, J.A., Nygren, H. Development and In Vivo Response of Hydroxyapatite/Whitlockite From Chicken Bones As Bone Substitute Using A Chitosan Membrane For Guided Bone Regeneration, Ceramics International, 44, 2018.

[4] Vijayaraghavan, P., Rathi, M.A., Almaary, K.S., Alkhattaf, F.S., Elbadawi, Y.B., Chang, S.W., Ravindran, B. Preparation and Antibacterial Application of Hydroxyapatite Doped Silver Nanoparticles Derived From Chicken Bone, Journal of King Saud University – Science, 34, 2022.

[5] Luthfiyah, S., Soegijono, B., Susetyo, F.B., Notonegoro, H.A. Comparing Properties of Bovine Bone Derived Hydroxyapatite and Synthetic Hydroxyapatite, Journal of Applied Science and Engineering, 25, 6, 2022.

[6] Khurshid, Z., Alfarhan, M.F., Mazher, J., Bayan, Y., Cooper, P.R., Dias, G.J., Adanir, N., Ratnayake, J. Extraction of Hydroxyapatite from Camel Bone for Bone Tissue Engineering Application, Molecules, 27, 2022.

[7] Vuong, B.X. Characterization of Hydroxyapatite Extracted from Goat Bone, Asian Journal of Applied Science and Technology, 6, 2, April-June, 2022.

[8] Ofudje, E.A., Rajendran, A., Adeogun, A.I., Idowu, M.A., Kareem, S.O., Pattanayak, D.K. Synthesis of Organic Derived Hydroxyapatite Scaffold From Pig Bone Waste For Tissue Engineering Applications, Advanced Powder Technology, 29, 2018.

[9] Esmaeilkhanian, A., Sharifianjazi, F., Abouchenari, A., Rouhani, A., Parvin, N., Iran, M. Synthesis and Characterization of Natural Nano-hydroxyapatite Derived from Turkey Femur-Bone Waste, Applied Biochemistry and Biotechnology, 189, 2019.

[10] Alaneme, K.K., Oke, S.R., Fagbayi, S.B., Alabi, O.O., Ojo, O.M., Kareem, S.A., Folorunso, D.O. Synthesis and Structural Analysis of Calcined Poultry Manure for Hydroxyapatite Development, Next Sustainability, 5, 2025.

[11] Oktar, F.N., Agathopoulos, S., Ozyegin, L.S., Demirkol, N., Bozkurt, Y., Salman, S. Mechanical Properties of Bovine Hydroxyapatite (BHA) Composites Doped with SiO_2, MgO, Al_2O_3, and ZrO_2. Journal of Materials Science: Materials in Medicine, 18, 2007.

[12] Chou Yong, T., Aw, K.L., Yeo, W.H., Ramesh, S., Hamdi, M., Sopyan, I. Influence of Magnesium Doping in Hydroxyapatite Ceramics. 4th Kuala Lumpur International Conference on Biomedical Engineering, 2008. IFMBE Proceedings, vol 21. Springer, Berlin, Heidelberg.

[13] Le, B.T., Ramesh, S., Long, B.D., Son, N.A., Munar, M., Effect of MgO Addition On The Sinterability, Mechanical Properties And Biological Cell Activities of Sintered Silicon-Substituted Hydroxyapatite, Journal of the Australian Ceramic Society, 57, 2021.

[14] Tan, C.Y., Yaghoubi, A., Ramesh, S., Adzila, S., Purbolaksono, J., Hassan, M.A., Kutty, M.G. Sintering and Mechanical Properties of MgO-Doped Nanocrystalline Hydroxyapatite, Ceramics International, 39, 8, 2013.

[15] Ruys, A.J., Wei, M., Sorrell, C.C., Dickson, M.R., Brandwood, A., Milthorpe, B.K. Sintering Effects on The Strength of Hydroxyapatite, Biomaterials, 16, 5, 1995.

[16] Rao, R.R., Kannan, T.S. Synthesis and Sintering Of Hydroxyapatite-Zirconia Composites, Materials Science and Engineering: C, 20, 1-2, 2002.

[17] Dou, J., Zhang, C., Chen, C. Effects of Sintering Temperature On The Properties Of Alumina/Hydroxyapatite Composites. Journal of Sol-Gel Science and Technology, 84, 23-27, 2017.

[18] Mezahi, F. Z., Harabi, A., Zouai, S., Achour, S., Bernache-Assollant, D. Effect of Stabilised ZrO_2, Al_2O_3 and TiO_2 on Sintering of Hydroxyapatite. Materials Science Forum, 492-493, 241-248, 2005.

[19] Pazarlıoğlu, S.S., Gökçe, H. Ytriyum Oksit İlavesinin Koyun Hidroksiapatit-%0.5titanyum Oksit İkili Sistemine Etkisi, 1th Bilsel International Truva Scientific Researches and Innovation Congress, 363-377, Çanakkale, 2023.

[20] Pattanayak, D.K., Rao, B.T., Mohan T.R.R. Calcium Phosphate Bioceramics and Bioceramic Composites, Journal of Sol-Gel Science and Technology, 59, 2011.

[21] Langstaff, S., Sayer, M., Smith, T.J.N., Pugh, S.M., Hesp, S.A.M., Thompson, W.T. Resorbable Bioceramics Based On Stabilized Calcium Phosphates. Part I: Rational Design, Sample Preparation and Material Characterization, Biomaterials, 20, 1999.

[22] Ivashevskaya, S.N., van de Streek, J., Djanhan, J.E., Brüning, J., Alig, E., Bolte, M., Schmidt, M.U., Blaschka, P., Höffken, H.W., Erk, P. Structure Determination of Seven Phases and Solvates of Pigment Yellow 183 and Pigment Yellow 191 From X-Ray Powder and Single-Crystal Data, Acta Crystallographica Section B: Structural Science, B65, 2009.

[23] Xue-Rui, C., Hai-Yang, D., Ze-Ming, Q., Yu-Yin, W., Guo-Bin, Z. Local Structure of Oxygen-Deficient Yttrium Oxide, Chinese Physics C, 37, 9, 2013.

[24] Barad, C., Kimmel, G., Shamir, D., Hirshberg, K., Gelbstein, Y. Lattice Variations in Nanocrystalline Y_2O_3 Confined in Magnesia (MgO) Matrix, Journal of Alloys and Compounds, 801, 2019.

[25] Roncallo, G., Cacciamani, G., Vacchieri, E., Ilatovskaia, M., Saenko, I., Fabrichnaya, O. Thermodynamic Modeling and Experimental Investigation of the MgO-Y_2O_3-ZrO_2 System, Journal of the American Ceramic Society, 103, 2020.

[26] Graia, M., Driss, A., Tahar Jouini, T. Crystal Structure of Three Polymorphs of $Y(PO_3)_3$, Solid State Sciences, 5, 2, 2003.

[27] Olbertz, A., Stachel, D. Cation Position In Ultraphosphate Structures, Phosphorus Reseacrh Bulletin, 10, 1999.

[28] Wang, X., Fan, H., Xiao, Y., Zhang, X. Fabrication and characterization of porous hydroxyapatite/β-tricalcium phosphate ceramics by microwave sintering. Materials Letters, 60, 2006.

[29] Bregiroux, D., Lucas, S., Champion, E., Audubert, F., Bernache-Assollant, D. Sintering and Microstructure of Rare Earth Phosphate Ceramics $REPO_4$ with RE = La, Ce or Y. Journal of the European Ceramic Society, 26, 2006.

[30] Liu, M., Wangn, Z., Li, Q., Shi, G., Wu, C., Li, Y. Effects of Y_2O_3 on The Mechanical Properties of Ti/Al_2O_3 Composites of Hot Pressing Sintering, Materials Science & Engineering A, 624, 2015.

[31] Conner, C.L., Faber, K.T. Segregant-enhanced fracture in magnesium oxide, Journal of Materials Science, 25, 1990.

[32] Gökçe, H. Investigation of The Effects of Titanium Oxide Concentration on The Sinterability, Microstructural Characteristics, Mechanical Properties, İn Vitro

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Bioactivity, and Cell Culture Behavior of Chicken-Derived Hydroxyapatite, Journal of the Australian Ceramic Society, 60, 2024.

[33] Rice, R.W. Grain Size and Porosity Dependence of Ceramic Fracture Energy and Toughness at 22 °C. Journal of Materials Science, 31, 1996.

[34] Tecu, C., Antonia, I., Goller, G., Yavas, B., Gheorghe, D., Antonia, A., Cıuca, I., Semenescu, A., Raıcıu, A.D., Crıstescu, I. The Sintering Behaviour and Mechanical Properties of Hydroxyapatite- Based Composites for Bone Tissue Regeneration, Materilia Plastice, 56, 3, 2019.

[35] Benaqqa, C., Chevalier, J., Saädaoui, M., Fantozzi, G. Slow Crack Growth Behaviour of Hydroxyapatite Ceramics, Biomaterials, 26, 31, 2005.

[36] Pazarlioglu, S.S., Algan, O. The Effect of Silicon Oxide Additive On The Properties of Hydroxyapatite-1 wt. % Magnesium Oxide Binary Composite, Ceramics-Silikáty, 67, 4, 2023.

[37] Hamady, A., Jouini, T. Un Nouvel Ultraphosphate: $CaYP_7O_{20}$-Préparation et Structure Cristalline. Journal of Solid State Chemistry, 111, 2, 1994.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

BİYOMEDİKAL UYGULAMALAR İÇİN ALTERNATİF ÜÇLÜ SİSTEM: TAVUK HİDROKSİAPATİT-%0.5 TİTANYUM OKSİT-%(0.25/0.50) LANTANYUM OKSİT

Dr. Öğr. Üyesi, SÜLEYMAN SERDAR PAZARLIOĞLU
Marmara Üniversitesi
spazarlioglu@marmara.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-7870-8418

Dr., HASAN GÖKÇE
İstanbul Teknik Üniversitesi
gokceh@itu.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-7892-5642

ÖZET

Bu çalışmada tavuk hidroksiapatit (THA)-%0.5titanyum oksit (TiO_2)-%0.25/0.50 lantanyum oksit (La_2O_3) üçlü sisteminin biyomedikal uygulamalarda kullanılabilirliği araştırıldı. Bu amaçla 1200, 1250 ve 1300 ºC olmak üzere 3 farklı sıcaklıkta sinterleme işlemine tabi tutulan üçlü sistemlerin içerdiği fazlar, sinterleme davranışları ve mekanik özellikleri incelendi. Yapılan incelemeler neticesinde, hazırlanan üçlü sistem için 3.098±0.010 g/cm^3' lük yoğunluk, 4.601±0.343 GPa' lık sertlik, 1.964±0.169 MPam$^{1/2}$' lik kırılma tokluğu ve 180±9.785 MPa' lık basma mukavemeti değerine ulaşıldı. Ortalama tane boyutları ile oluşan fazların türü ve oranının hazırlanan kimyasal bileşimlerden ve sinterleme sıcaklığından etkilendiği tespit edildi. Belirtilen bu mekanik özellikleri göz önünde bulundurulduğunda hazırlanan üçlü sistemin literatürde var olan hidroksiapatit esaslı seramik takviyeli üçlü sistemlere alternatif olarak biyomedikal uygulamalarda kullanılabilir nitelikte olduğu kanaatine varıldı.

Anahtar Kelimeler: Tavuk Hidroksiapatit, Titanyum Oksit, Lantanyum Oksit, Sinterleme

1. GİRİŞ

19. yüzyılın başlarından itibaren, kemiğin inorganik kısmının yaklaşık olarak %70' lik kısmını oluşturması ve sahip olduğu üstün biyolojik özellikleri nedeniyle, hidroksiapatit (HA) sentezlenmesi ve/veya üretimi cazip hale gelmiştir [1]. Bu bağlamda HA sentezlenmesi ve/veya üretimi için çok sayıda yöntem geliştirilmiştir. Kimyasal olarak sentezlenen HA üzerine yapılan çalışmalarla, kemik doku ara yüzey tutunumu için arzu edilir nitelikte olmaması, sentezlemede kullanılan yöntemler için tercih edilen ham maddelerin ve yöntemlerin ekonomik olarak maliyetli olması ve tane boyutunun ve şeklinin kontrol altında tutulamaması gibi problemlerle karşılaşılmıştır [2]. Bahsedilen bu problemlerin atık hayvan kemiklerinden üretilen HA ile giderilebileceği ve bu sayede çevresel kirliliğinde azaltılabileceği ve hatta katma değerli ürünlerin üretilebileceği tespit edilmiştir [3]. Yapılan araştırmalar neticesinde sığır kemiklerinden elde edilen HA' in, tıbbi anlamda kullanılabilir nitelikte olduğunu ortaya koymuştur [4]. Ancak, sığır hidroksiapatit (BHA) tek başına gerek tıbbi gereksinimleri taşıyamamakta gerekse 1000 ºC sıcaklıktan itibaren daha yüksek sıcaklıklarda

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

sinterlenmesi neticesinde beta trikalsiyum fosfat (β-TCP)' a dekompoze olmaktadır [5]. Bu problemin magnezyum oksit (MgO) ilavesi ile giderilebileceği belirlenmiştir [6]. Ancak buda, ek maliyete neden olduğu için, bünyesinde magnezyum (Mg) elementi bulunan atık kemiklerden HA üretimine yönelime neden olmuştur. Bunun nedeni Mg' nin belirtilen β-TCP içerisine girerek whitlockite oluşumunu sağlamasıdır [7]. Metalürji ve malzeme ile biyomedikal mühendisliği alanlarında gerçekleştirilen bilimsel araştırmalarla, BHA için bahsedilen bu problemleri minimize edebilecek alternatifler geliştirilmiştir. Bu alternatiflerden birisinin whitlockite oluşumunu sağlayacak yeterli miktardaki Mg elementi ihtiva eden tavuk atık kemiklerinden HA üretiminin olabileceği belirlenmiştir [8] ve yapılan araştırmalarla tavuk hidroksiapatit üretimi başarılı bir biçimde sağlanabilmiştir [9]. Ancak; THA üzerine yapılan çalışmalar neticesinde mekanik özelliklerinin vücut içi kullanım için yeterli olmadığını ortaya koymuş [10] ve biyolojik ve mekanik güvenilirliliğin artırılabilmesi için şimdiye kadar gümüş [11], pektin [12] ve titanyum oksit (TiO_2) [13] ile takviyelendirilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan THA-TiO_2 ikili sistemi 1100, 1150, 1200, 1250 ve 1300 ^oC sıcaklıklarda sinterlenmiş ve en yüksek mekanik özellikler ağırlıkça %0.5 oranında TiO_2 ilavesi ile 1300 oC' de sinterlemeyle sağlanmış (Yoğunluk: 3.0057 g/cm^3, Sertlik: 3.973 GPa, Kırılma tokluğu: 1.583 $MPam^{1/2}$ ve Basma mukavemeti 170.045 MPa), ancak; artan TiO_2 oranına bağlı olarak mekanik özelliklerin azaltıldığı belirtilmiştir. İnsan vücudunda yüke dayanım gerektiren uygulamalarda kullanılacak bir malzemenin basma mukavemeti bakımından 100-230 MPa aralığında basma mukavemetine, sertlik bakımından 4.8 GPa' lık sertliğe, kırılma tokluğu bakımından 2-6 $MPam^{1/2}$ aralığında kırılma tokluğuna sahip olması gerektiğinden [14], THA-0.5TiO_2 kompozitinin tüm beklentileri taşıyamadığı görülmektedir. İlgili özelliklere ulaşmak adına son zamanlarda HA esaslı üçlü sistemler üzerine çalışmalar yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda HA-Seramik Malzeme 1+Seramik Malzeme 2 sistemleri oluşturulmuştur. Bunun birkaç nedeni vardır: Birincisi; ilgili üçlü sistemlerin koruyucu gaz ortamıyla muhafaza altına alınmış fırınlarda sinterlenmesine gereksinim duyulmamasıdır. İkincisi metalik malzemenin üçüncü bir bileşen olarak katılması neticesinde termal genleşme katsayılarının yüksek oranda benzeşmezliğinden dolayı seramik-metal ara yüzey bölgelerinde çatlak oluşumunun minimize olmasıdır. Üçüncüsü; metalik malzeme ilavesinin vücut ortamında korozyona uğrama eğiliminin olmasıdır [15]. Seramik malzemeler arasında yer alan lantanyum oksit (La_2O_3), HA-ZrO_2 [16], HA-Al_2O_3 [17] ve HA-MgO [7] ikili sistemlerine üçüncül bir bileşen olarak katılmasının ilgili ikili sistemlerin biyolojik ve mekanik güvenirliliğini artırabildiği belirlenmiş olup, bu çalışmada bu nedenle THA-0.5TiO_2 sistemine ağırlıkça %0.25 ve %0.5 oranlarında La_2O_3 ilaveleri yapılmış ve THA-0.5TiO_2' ye etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla oluşturulan üçlü sistemler 1200, 1250 ve 1300 ^oC sıcaklıklarda 4 saat süre ile sinterlenmiş ve La_2O_3 ilavelerinin THA-0.5TiO_2' nin yoğunluk, sertlik, kırılma tokluğu ve basma mukavemetine ve sinterlenebilme davranışına etkileri araştırılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada THA tozları, atık tavuk kemiklerinin ilk olarak haşlanması ve ardından NaOH çözeltisi içerisinde bekletilip en son olarak 800^oC' de 4 saat süre ile kalsine edilmesiyle elde edilmiştir. Bu aşamadan sonra THA-0.5TiO_2 ikili sistemi ve THA-0.5TiO_2-0.25La_2O_3 ve THA-0.5TiO_2-0.5La_2O_3 üçlü sitemleri oluşturulmuş, belirlenen karışım oranlarında karışımlar hazırlanmış, ardından 180 devir/dakika hızda zirkonya bilya ve etil alkol ile homojenize edilmiştir. Homojenizasyon işlemi tamamlandıktan sonra hazırlanan karışımlar, 350 MPa

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

basınç altında tek eksenli presleme ile peletlenmiş ve 1200, 1250 ve 1300ºC sıcaklıklarda 4 saat süre ile sinterlenmiştir.

Yoğunluk ölçümleri destile suda ve Arşimet Yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sertlik ve Kırılma tokluğu ölçümlerinden önce sinterlenen numunelerden birer adetinin yüzeyi 500-5000 mesh aralığında olmak üzere zımparalanmış, 1µ' luk elmas pasta ile parlatılmış ve Future Tech FM 301 marka mikrosertlik cihazında 200 gram yük altında 20 saniye bekletilerek sertlik, 300 gram yük altında 10 saniye bekletilerek kırılma tokluğu ölçümleri gerçekleştirilmiş ve Formül 1' e göre hesaplanmıştır [18].

$$K_{1c} = 0.203(c/a)^{-1.5}(HV)(a)^{0.5} \qquad \text{Formül 1}$$

Burada; $K_{ıc}$: Kırılma tokluğu ($MPam^{1/2}$), c: Oluşan çatlağın, mikrosertlik izinin merkezine uzaklığı (m), HV: Sertlik (MPa), a: Mikrosertlik ölçümünde oluşan izin yarısı (m)

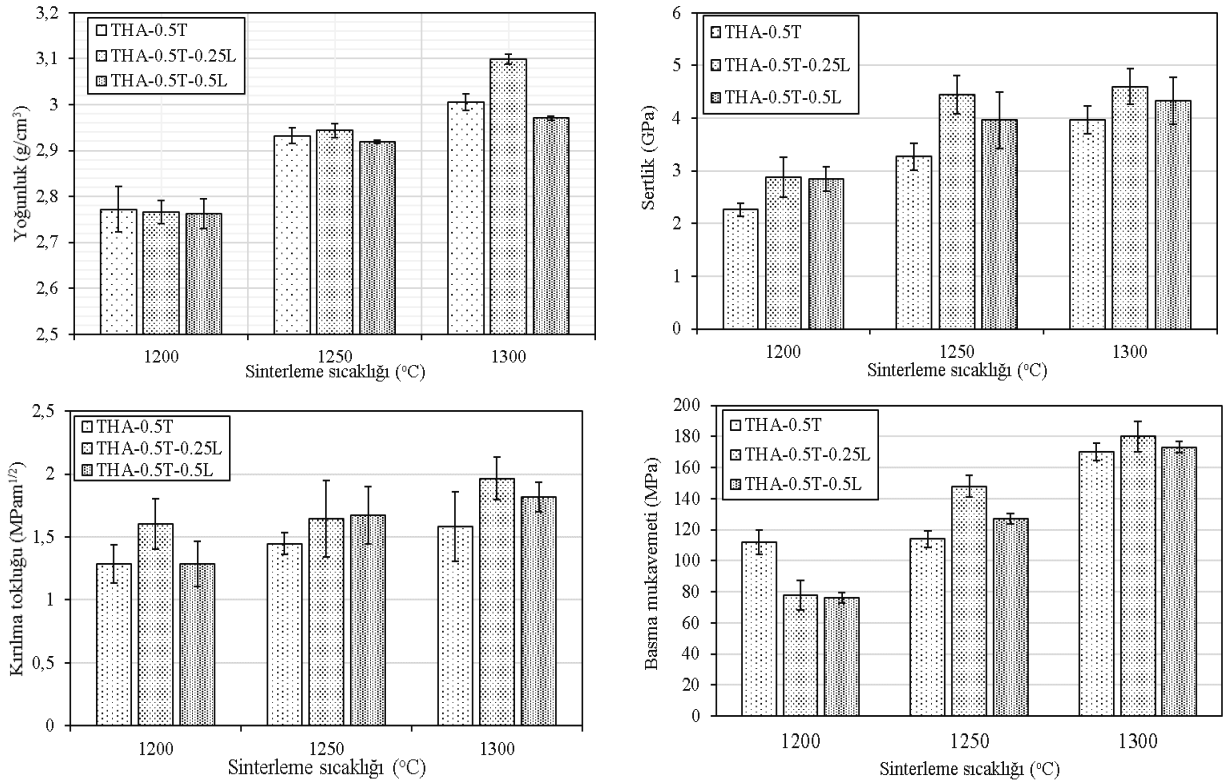
Basma deneyleri 2 mm/dakika hızda ve 5' er adet numune kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sinterleme işlemini sonrası, sinterlenmiş olan numunelerden basma testine tabii tutulanlar seramik havanda ezilerek toz haline getirildi ve toz haline getirilmiş olan numuneler, 20-60º' lik 2θ aralığında Philips X'Pert marka XRD cihazında 0.02º' lik ilerleme hızı ile analiz edildi. Sinterleme sıcaklıklarına ve yapılan ilavelere bağlı olarak mikroyapısal değişimler Zeiss-Evo | MA10 marka SEM cihazında tespit edildi.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

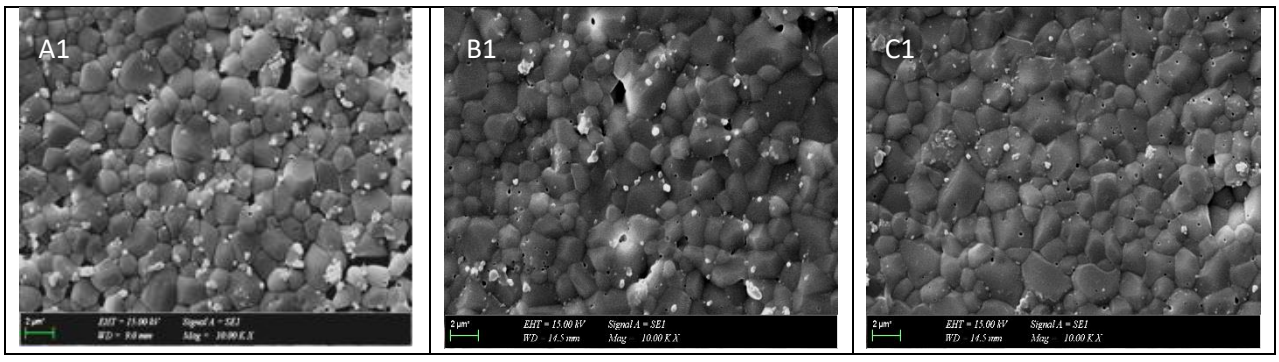
Görsel 1 THA-0.5TiO_2 ve THA-0.5TiO_2-La_2O_3 kompozitlerinin mekanik özelliklerinin sinterleme sıcaklığına bağlı olarak değişimini göstermektedir. THA-0.5T' nin tüm mekanik özellikleri artan sıcaklıkla artmıştır. Bu davranış, THA-0.5T-L üçlü kompozitleri içinde gözlemlenmiştir. Ancak; La_2O_3 ilaveli numunelerin 1200 ºC' de sinterlenmesi, THA-0.5T ikili sisteminin özelliklerinde azalmaya neden olmuştur ve gerek 1250 ºC gerekse 1300 ºC sıcaklıklarda artan La_2O_3 oranına bağlı olarak THA-0.5T-L üçlü kompozitlerinin özellikleri azalmıştır. 1200 ºC sıcaklıkta THA-0.5T-L üçlü kompozitlerinin THA-0.5T' ye oranla daha düşük mekanik özelliğin elde edilmesinin birkaç nedeni vardır: Birincisi; La_2O_3' ün (2315 ºC [19]) TiO_2' ye (1843 ºC [20]) göre daha yüksek ergime sıcaklığı ve daha yüksek sinterlenebilme sıcaklık aralığına gereksinim duyulmasıdır. Bu sebeple bu sıcaklık için daha düşük yoğunluk (THA-0.5T-0.25L: 2.766±0.025 g/cm^3 ve THA-0.5T-0.5L: 2.762±0.031 g/cm^3) ve düşük yoğunluk nedeniyle diğer özelliklerde azalma görülmüştür. Yani, bu sıcaklık için artan La_2O_3 oranı gözeneklilikte artışa neden olmuştur. Gözeneklilikteki artış toz metalurjisi yöntemi ile üretilmiş diğer ürünlerde olduğu gibi HA matrisli ikili ve/veya üçlü bileşime sahip kompozitlerin mekanik özelliklerinde azalmaya neden olmaktadır [21]. Bu durum **Görsel 2**' de verilen SEM analizleri ile de doğrulanmıştır. THA-0.5T ikili sisteminin artan sıcaklıkla yoğunluğu 2.772±0.050 g/cm^3' ten 3.005±0.017 g/cm^3' e, sertliği 2.266±0.120 GPa' dan 3.973±0.260 GPa' a, kırılma tokluğu 1.285±0.151 $MPam^{1/2}$' den 1.583±0.277 $MPam^{1/2}$' ye ve basma mukavemeti 112.044±7.810 MPa' dan 170.045±5.656 MPa' a kadar artış göstermiştir. THA-0.5T ikili sistemine ait bu en yüksek mekanik özellik değerleri ağırlıkça %0.25 oranında

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

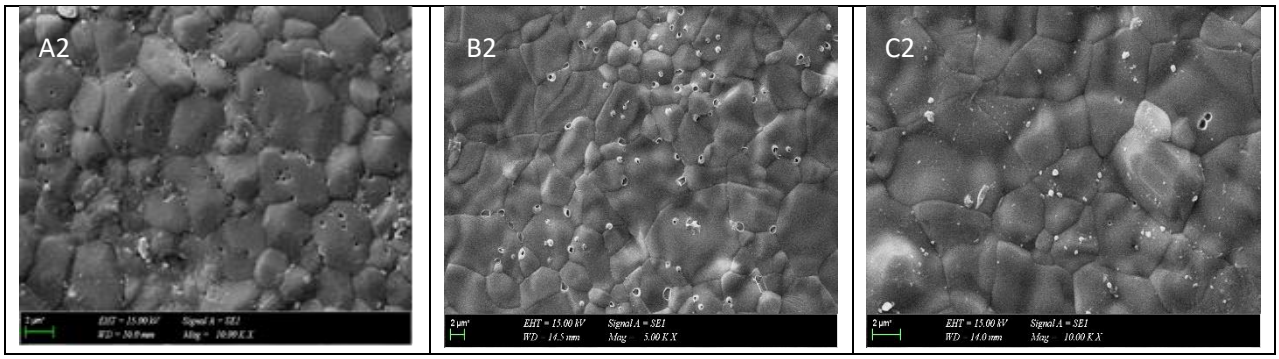
La_2O_3 ilavesi ile yoğunluk için 3.098±0.010 g/cm^3' e, sertlik için 4.601±0.343 GPa' a, kırılma tokluğu için 1.964±0.169 MPam$^{1/2}$' ye ve basma mukavemeti için 180±9.785 MPa' a çıktığı ancak ağırlıkça %0.25 oranında La_2O_3 ilavesi ile sırasıyla 2.970±0.004 g/cm^3' e, sertlik için 4.328±0.443 GPa' a, kırılma tokluğu için 1.819±0.118 MPam$^{1/2}$' ye ve basma mukavemeti için 173±3.605 MPa' a gerilediği belirlendi. THA-0.5T-0.5L kompozitine ait değerlerdeki azalmanın heterojen tane dağılımından ve tane içlerinde ilerleyen çatlaklardan dolayı olabileceği kanaatine varıldı.



Görsel 1. THA-0.5TiO_2 ve THA-0.5TiO_2-La_2O_3 kompozitlerinin mekanik özelliklerinin sinterleme sıcaklığına bağlı olarak değişimi

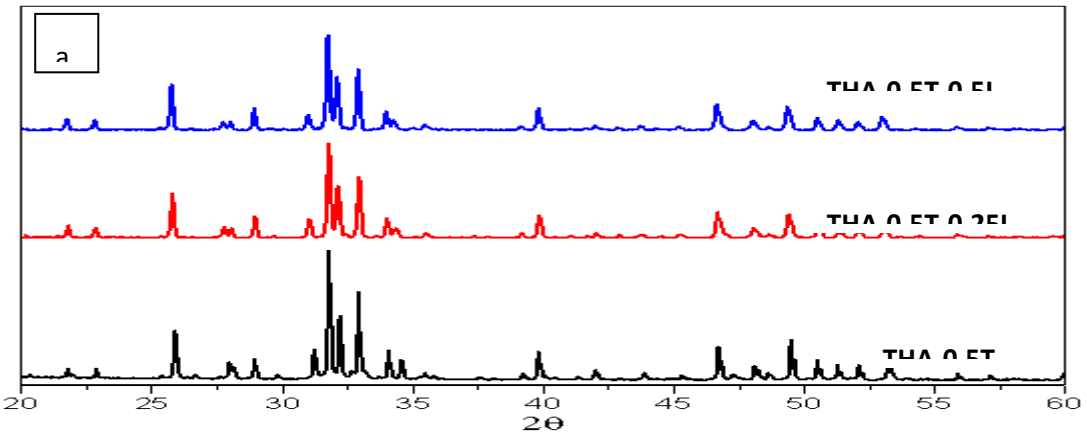


ISBN NR: 978-625-5962-02-7

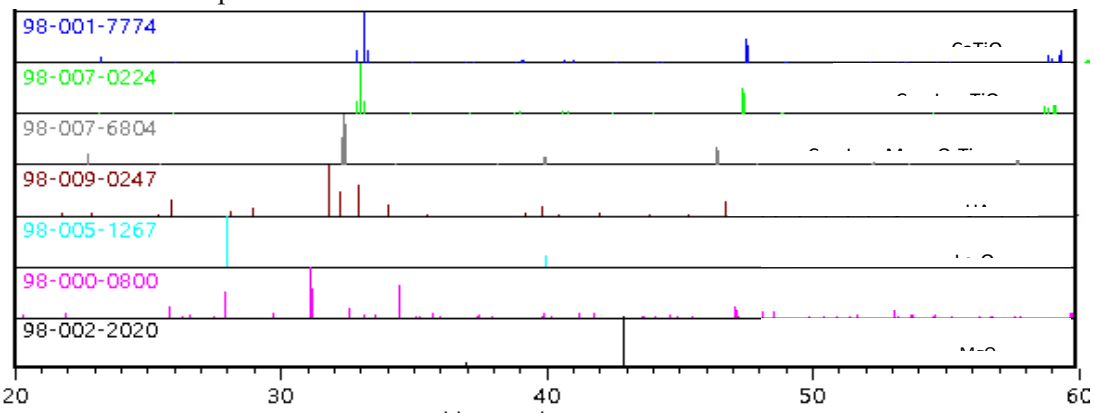


Görsel 2. Sırasıyla 1200 ºC ve 1300 ºC sıcaklıkta sinterlenen A1 ve A2-) THA-0.5T, B1 ve B2-) THA-0.5T-0.25L C1 VE C2-) THA-0.5T-0.5L kompozitlerine ait SEM mikroyapı görüntüleri

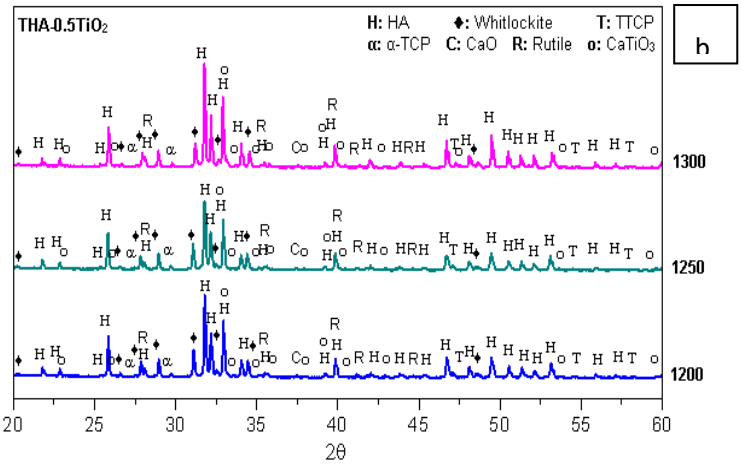
Belirtilen durumu anlayabilmek için 1300 ºC sıcaklıkta sinterlenen THA-1M ve THA-1M-Y sistemlerine ait XRD analizi gerçekleştirildi (**Görsel 3**). THA-0.5TiO_2 kompozitinin HA, whitlockite, tetra kalsiyum fosfat (TTCP), kalsiyum oksit (CaO), alfa trikalsiyum fosfat (α-TCP) fazlarına ek olarak Rutile ve $CaTiO_3$ fazlarını ihtiva ettiği belirlendi. $CaTiO_3$ HA seramiklerin dekompoze olması sonucu oluşan CaO ile TiO_2 arasında meydana gelen reaksiyon nedeniyle oluşmaktadır [22]. Y_2O_3 ilaveli numunelerde TTCP, CaO ve α-TCP fazlarının dedekte edilmemesinin nedeni, Ca-La-Ti-Mg-O elementlerini içeren fazlardan dolayıdır.



THA-0.5T-L kompozitlerinin XRD analizi neticesinde dedekte edilen fazların XRD kartları



ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 3 a-) 1300 ºC sıcaklıkta sinterlenen THA-1M ve THA-1M-L sistemlerine ve b-) 1200, 1250 ve 1300 ºC' de sinterlenen THA-1M' e ait XRD analizi

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışma neticesinde La_2O_3 ilavesi ile THA-0.5T ikili sisteminin mekanik özelliklerinin artırılabileceği ve biyomedikal uygulamalar için THA-0.5T' ye kıyasla daha güvenilir olduğu belirlendi.

.

KAYNAKÇA

[1] Kattimani, V.S., Kondaka, S., Lingamanen, K.P. Hydroxyapatite-Past, Present, and Future in Bone Regeneration, Bone and Tissue Regeneration Insights, 7, 2016.

[2] Mohd Pu'ad, N.A.S., Abdul Haq, R.H., Mohd Noh, H., Abdullah, H.Z., Idris, M.I., Lee, T.C. Synthesis method of hydroxyapatite: A review, Materials Today: Proceedings, 29, 1, 2020.

[3] Arokiasamy, P., Al Bakri Abdullah, M.M., Abd Rahim, S.Z., Luhar, S., Sandu, A.V., Jamil, N.H., Nabiałek, M. Synthesis methods of hydroxyapatite from natural sources: A review, Ceramics International, 48, 11, 2022.

[4] Manalu, J.L., Soegijono, B., Indrani, D.J. Characterization of Hydroxyapatite Derived from Bovine Bone, Asian Journal of Applied Sciences, 3, 4, 2015.

[5] Herliansyah, M.K., Hamdi, M., Ide-Ektessabi, A., Wildan, M.W., Toque, J.A. The influence of sintering temperature on the properties of compacted bovine hydroxyapatite, Materials Science and Engineering: C, 29, 5, 2009.

[6] Oktar, F.N., Agathopoulos, S., Ozyegin, L.S., Demirkol, N., Bozkurt, Y., Salman, S. Mechanical Properties of Bovine Hydroxyapatite (BHA) Composites Doped with SiO_2, MgO, Al_2O_3, and ZrO_2. Journal of Materials Science: Materials in Medicine, 18, 2007.

[7] Pazarlioglu, S., Algan, O., Isikogullari, M.A., Gokce, H. The effect of lanthanum addition on the microstructure and mechanical properties of Mg-modified hydroxyapatite ceramics, Processing and Application of Ceramics, 15, 3, 2021.

[8] Han, K., Sathiyaseelan, A., Saravanakumar, K., Park, S., Shin, S., Choi, H.B., Naveen, K.V., Wang, M.H. Biomimetic hydroxyapatite-chitosan nanoparticles deliver the erythromycin for improved antibacterial activity, Journal of Drug Delivery Science and Technology, 72, 2022.

[9] Irwansyah, F.S., Noviyanti, A.R., Eddy, D.R., Risdiana, R. Green Template-Mediated Synthesis of Biowaste Nano-Hydroxyapatite: A Systematic Literature Review, Molecules, 27, 2022.

[10] Macavei, M.G., Gheorghe, V.-C., Ionescu, G., Volceanov, A., Pătrașcu, R., Mărculescu, C., Magdziarz, A. Thermochemical Conversion of Animal-Derived Waste: A Mini-Review with a Focus on Chicken Bone Waste. Processes, 12, 2024.

[11] Vijayaraghavan, P., Rathi, M.A., Almaary, K.S., Alkhattaf, F.S., Elbadawi, Y.B., Chang, S.W., Ravindran, B. Preparation and antibacterial application of hydroxyapatite doped Silver nanoparticles derived from chicken bone, Journal of King Saud University-Science, 34, 2, 2022.

[12] Teoh, M.W., Ng, C.K., Lee, K.Y.S., Singh, R., Ting, C.H., Chuah, Y.D., Lim, Y.I., Tan, C.Y., Yeo, W.H. Synthesis and Characterization of Chicken Bone-Derived Hydroxyapatite Incorporating Pectin, Chemical Engineering and Technology, 46, 12, 2023.

[13] Gökçe, H. Investigation of the effects of titanium oxide concentration on the sinterability, microstructural characteristics, mechanical properties, in vitro bioactivity, and cell culture behavior of chicken-derived hydroxyapatite. Journal of the Australian Ceramic Society, 60, 2024.

[14] Kokubo, T., Kim, H.M., Kawashita, M. Novel bioactive materials with diferent mechanical properties, Biomaterials, 24, 2013.

[15] Sridhar, T.M., Mudali, U.K., Subbaiyan, M. Sintering atmosphere and temperature effects on hydroxyapatite coated type 316L stainless steel, Corrosion Science, 45, 10, 2003.

[16] Khoshsima, S., Yilmaz, B., Tezcaner, A., Evis, Z. Structural, mechanical and biological properties of hydroxyapatite-zirconia-lanthanum oxide composites, Ceramics International, 42, 14, 2016.

[17] Pazarlioglu, S., Salman, S. Effect of lanthanum oxide additive on the sinterability, physical/mechanical, and bioactivity properties of hydroxyapatite-alpha alumina composite, Journal of the Australian Ceramic Society, 55, 2019.

[18] Pazarlıoğlu, S.S., Gökçe, H. Ytriyum Oksit İlavesinin Koyun Hidroksiapatit-%0.5titanyum Oksit İkili Sistemine Etkisi, 1th Bilsel International Truva Scientific Researches and Innovation Congress, 363-377, Çanakkale, 2023.

[19] Tripathi, H., Sharma, J.D., Kumar, S., Bhardwaj, S. Effect of La_2O_3 as sintering aid on the structural, mechanical and electrical properties of Y_2O_3, Materials Science and Engineering: B, 303, 2024.

[20] Li, Q., Zhu, X., Zhang, Y., Fang, Z.Z., Zheng, S., Sun, P., Xia, Y., Li, P., Zhang, Y., Zou, X. An investigation of the reduction of TiO_2 by Mg in H_2 atmosphere, Chemical Engineering Science, 195, 2019.

[21] He, L.H., Standard, O.C., Tiffany Huang, T.Y., Latella, B.A., Swain, M.V. Mechanical behaviour of porous hydroxyapatite, Acta Biomaterialia, 4, 3, 2008.

[22] Martinez, C., Krieke, G., Ločs, J., Bērziņa-Cimdiņa, L., Garrido, L., Gilabert, U., Ozols, A. Natural Hydroxyapatite-Ti-Dioxide bone substitutes, Procedia Materials Science, 8, 324-331, 2015.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$AuCu_3$-TİPİ İKİLİ İNTERMETALİK BİLEŞİK $NdIr_3$'ÜN YAPISAL, ELASTİK ÖZELLİKLERİ ve FONON STABİLİTESİ

Doç. Dr. Abdullah Candan

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, acandan@ahievran.edu.tr, 0000-0003-4807-3017

Doç. Dr. Çağatay Yamçıçıer

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, cagatayyamcicier@osmaniye.edu.tr, 0000-0003-3033-168X

Doç. Dr. Cihan Kürkçü

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, ckurkcu@ahievran.edu.tr, 0000-0003-3597-1950

ÖZET

$AuCu_3$ tipindeki $NdIr_3$ bileşiğinin yapısal, mekanik özellikleri ve fonon titreşimsel özelliklerini sistematik olarak incelemek için ilk prensip hesaplamaları yapıldı. Hesaplamaların tümünde ab-initio temeline dayanan Genelleştirilmiş Gradyant yaklaşımı (GGY) göz önüne alınmış olup, değiş-tokuş korelasyon etkisi ise Perdew-Burke-Enzerhof (PBE) parametrizasyonu ile gerçekleştirildi. İlk olarak, bu bileşik için toplam enerjilere karşılık gelen hacimlerin değişim eğrileri Birch-Murnaghan durum denklemine fit edilerek malzemenin hacim (V), yoğunluk (ρ), örgü sabiti (a_0), Bulk modülü (B_0) ve Bulk modülünün basınç türevi (B_0') gibi temel yapısal parametreleri elde edildi. Daha sonra, malzemelerin sertliği ile ilgili kapsamlı bilgiler elde edebilmek için mekanik özellikler çerçevesinde birinci dereceden elastik sabitler hesaplandı. Bu elde edilen elastik sabitler mekanik kararlılık kriterlerini sağladığından ötürü incelenen $NdIr_3$ bileşiğinin mekanik açıdan kararlı olduğu çıkarımına varıldı. Ayrıca, malzemenin hacmindeki ve şeklindeki değişime karşı gösterilen direnci ölçmek için sırasıyla Bulk modülü ve Shear modülü gibi bazı sertlik verileri de hesaplandı. Bunun yanı sıra katıların yüksek ve düşük sıcaklık bölgelerini ayırt etmek için kullanılan temel bir fiziksel özellik olan Debye sıcaklığı belirlendi. Özellikle, Brillouin bölgesinin merkezindeki titreşim spektrumu, fonon yoğunlukları ve kızılötesi-aktif ve inaktif titreşim modları, Yoğunluk Fonksiyonel Pertürbasyon Teorisi (YFPT) ve grup teorisi kullanılarak ilk defa elde edildi. Bu çalışma, $AuCu_3$ tipindeki $NdIr_3$ bileşiğinin dinamik olarak kararlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mekanik özellikler, $AuCu_3$ kristal yapısı, Fonon titreşim modları.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. GİRİŞ

Aynı kimyasal bileşimi koruyarak birden fazla farklı kristal yapıyı benimseme yeteneğine sahip olan polimorfizm, ilaç endüstrisi, kristal mühendisliği, gıda endüstrisi vb. gibi farklı sektörlerde büyük talep görmektedir [1]. Farklı polimorfik fazlar farklı fiziksel özelliklere sahip olabilir. İkili RT_3 (R = nadir toprak; *T* = geçiş metali elementi) serisinin çeşitli üyeleri, farklı nadir toprak ve geçiş metalleriyle çeşitli kristal yapılarda oluşur [2–4]. Ek olarak, son çalışmalar, daha hafif nadir toprak analoglarından bazılarının, yani $DyIr_3$ ve $ErIr_3$'ün, zıt fiziksel özelliklere sahip $PuNi_3$ tipi kristal yapıda oluştuğunu göstermektedir [5, 6]. Bu çalışmanın amacı, başka bir üye olan $NdIr_3$'ün temel fiziksel özelliklerinden yapısal, mekanik ve fonon titreşimsel özelliklerini ayrıntılı olarak incelemektir.

2. HESAPLAMA METODU

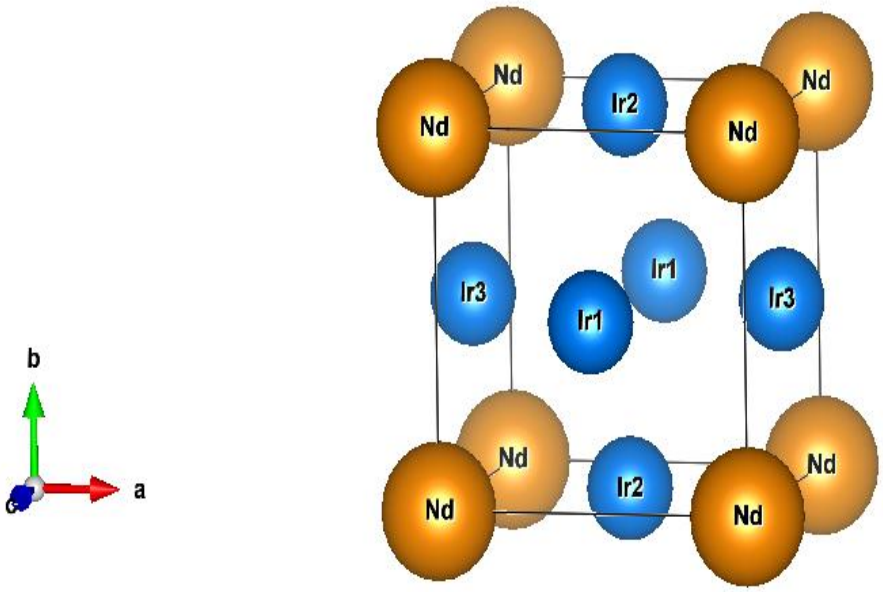
Yoğunluk fonksiyonel teorisi (DFT) bağlamında Vienna ab initio simülasyon paketi (VASP) kodunda [7-10] ilk prensipler yöntemi, $NdIr_3$ bileşiğinin ilgili özelliklerini hesaplamak için kullanıldı. Kendi kendine tutarlı alan döngülerinde Kohn-Sham denklemlerini çözmek için Blöchl'ün dondurulmuş çekirdek Projektör-Artırılmış Dalga (PAW) metodolojisi kullanıldı [11]. Bu yöntem, elektron-iyon arasındaki Coulomb etkileşimlerini etkili bir şekilde çözer. Perdew–Burke–Ernzerhof (PBE) [12] içindeki genelleştirilmiş gradyan yaklaşımı (GGA), değişim-korelasyon enerjisi için kullanılmıştır. Yakınsama testleri tekrar tekrar yapılmış ve düzlem dalga baz seti için kinetik enerji kesilimi sonunda 555 eV olarak sabitlenmiştir. Karşılıklı uzayın indirgenemez Brillouin Bölgesi (BZ) örneklemesinde, Monkhorst–Pack [13] ızgara boyutu 12×12×12 k-nokta segmentasyonuna ayarlanmıştır. Bu hesaplama için bu ana girdilerin, hücre başına 10^{-7} eV'lik kendi kendine tutarlı yakınsamanın toplam enerjisini elde etmek için yeterli olduğu doğrulanmıştır ve her atom üzerindeki maksimum Hellmann–Feynman kuvveti 0,001 eV $Å^{-1}$'den daha düşük bir değere yakınsamıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Yapısal Özellikler

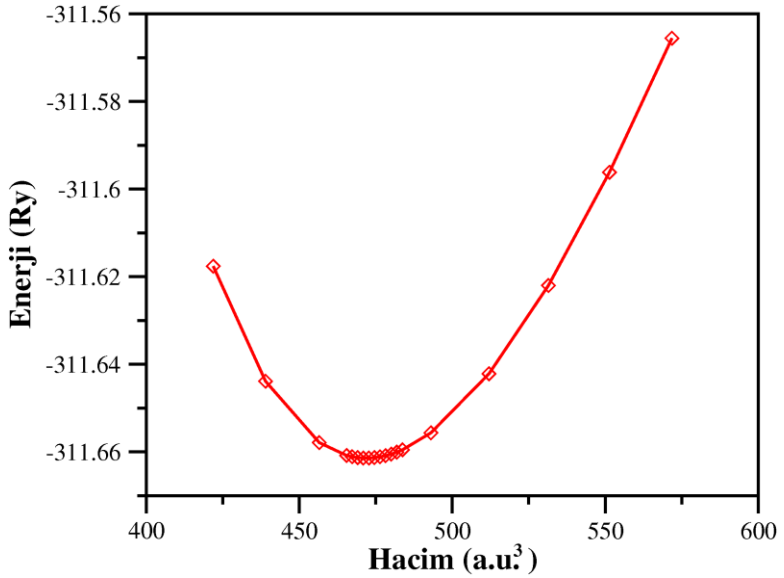
Nötron kırınımı çalışmaları, ortam koşulları altında, aktinit sistemi $NdIr_3$'ün, 1a ve 3c pozisyonlarındaki atomlarla Pm-3m uzay grubuna karşılık gelen Oh (No. 221) nokta grubuyla termodinamik olarak kararlı $AuCu_3$ yapısında kristalleştiğini göstermiştir [14]. Nd çekirdekleri basit bir kübik alt kafes oluşturur ve Ir çekirdekleri basit kübik birim hücrenin her bir yüz merkezini işgal eder. Görsel 1'de turuncu toplar ve mavi toplar kullanılarak birim hücre kristal yapısı çizilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 1. Üç boyutlu kristal yapı

PAW hesaplamasını sistematik olarak gerçekleştirerek, tatmin edici denge kafes parametreleri elde etmek için denge yapısını tamamen gevşettik ve $NdIr_3$'ün mevcut optimize edilmiş kafes parametreleri karşılık gelen teorik değerlerle birlikte karşılaştırma amacıyla Çizelge 1'de listelenmiştir. Ek olarak, GGA-PBE fonksiyoneli kullanılarak $AuCu_3$ tipindeki $NdIr_3$'ün hacminin bir fonksiyonu olarak hesaplanan toplam enerjiler Görsel 2'de çizilmiştir.



Görsel 2: Enerji-hacim değişimi

$NdIr_3$'ün Bulk modülü, basınç türevi, yoğunluk ve minimum enerji değerleri Çizelge 1'de verilmiş olup bu değerler Birch–Murnaghan durum denklemine uydurularak tahmin edilmiştir. Oluşum enerjisi ΔH_f, bileşiğin kararlılığını ve doğal oluşumunun kapsamını gösterir. Negatif bir değer, bileşiğin doğal olarak oluşabileceği anlamına gelir. Çizelge 1'e dayanarak, bu

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

bileşiğin oluşum enerjisinin negatif olduğunu ve deneysel olarak sentezlenebileceğini gözlemliyoruz.

Çizelge 1. $NdIr_3$ için hesaplanan yapısal parametreler

	a_0 (Å)	B_0 (GPa)	B_0'	ρ (g/cm^3)	E_{top} (Ry)	ΔHf (eV/atom)
Bu çalışma	4.128	195.1	4.93	17.021	-311.661	-0.236
[15]	4.13	-	-	16.95	-	-0.244

3.2. Elastik Özellikler

Bu bölümde, $AuCu_3$ tipindeki $NdIr_3$'ün elastik özelliklerini inceledik. Üç bağımsız tek kristal elastik sabiti, C_{11}, C_{12} ve C_{44}, iyi bilinen "zor-zorlanma" yaklaşımı [16] kullanılarak hesaplandı ve Çizelge 2'de verildi.

Çizelge 2: Hesaplanan elastik sabit değerleri

	C_{11} (GPa)	C_{12} (GPa)	C_{44} (GPa)
$NdIr_3$	271.85	155.72	122.17

Bu temelde, Voigt-Reuss-Hill (V-R-H) şemasına dayalı olarak polikristalin Bulk modülü B, kayma modülü G, Young modülü E ve Poisson oranı ν hesaplandı ve Çizelge 3'de verildi.

Çizelge 3: Kübik $AuCu_3$ tipindeki $NdIr_3$ bileşiğinin bazı mekanik parametreler

Malzeme	B (GPa)	G_V (GPa)	G_R (GPa)	G (GPa)	B/G	E (GPa)	ν	T_M
$NdIr_3$	194.43	96.53	84.75	90.64	2.15	235.34	0.29	2160

$NdIr_3$ bileşiğinin hesaplanan üç elastik sabiti C_{11}, C_{12} ve C_{44} kübik sistemler için analiz edildiğinde, aşağıda verilen Born-Huang [17] mekanik kararlılığının genel gereksinimlerini karşıladığı bulunmuştur:

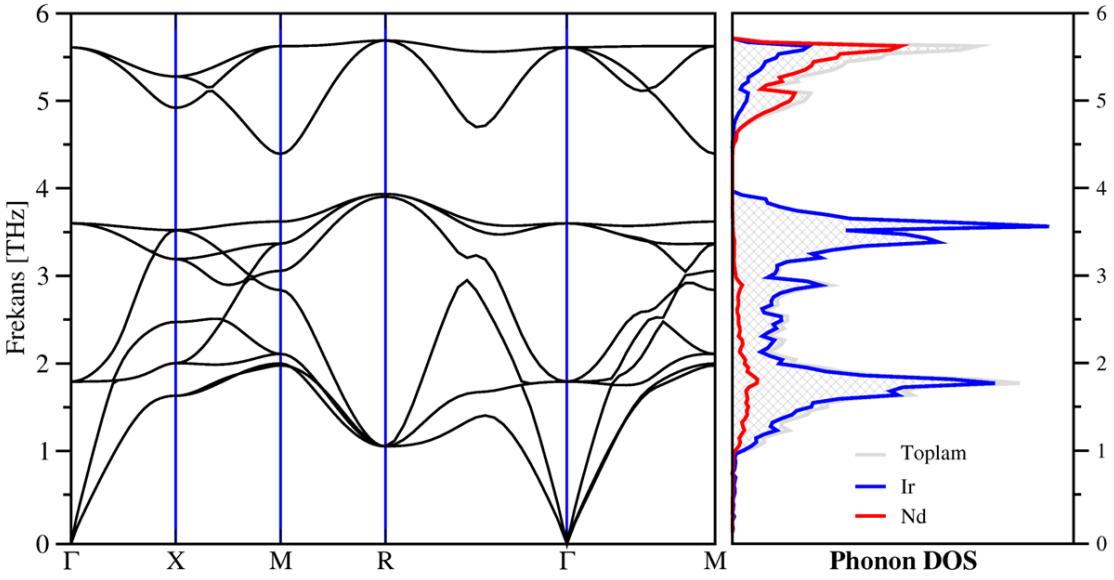
$$C_{11} > 0, \quad C_{44} > 0, \quad C_{11} > |C_{12}|, \quad C_{11} + 2C_{12} > 0 \qquad (3)$$

Dolayısıyla, $AuCu_3$ tipindeki bu bileşiğin sıfır sıcaklık ve basınçta mekanik olarak kararlıdır sonucuna varılabilir.

3.3. Fonon Stabilitesi

Katılardaki fonon, kafes titreşimlerinin enerji kuantaları olarak tanımlanmıştır. Öz ısı, faz geçişleri ve radyasyon soğurulması gibi nicelikler hakkında bilgi edinebilmek için titreşimler özelliklerin bilinmesi gerekmektedir. Bundan dolayı, yoğunluk fonksiyonel pertürbasyon teorisini (DFPT) [18] kullanarak $AuCu_3$ tipi yapıdaki $NdIr_3$ bileşiğinin dinamik özelliklerini araştırdık. Yüksek simetri yönleri Γ-X–M–R–Γ–M boyunca hesaplanan fonon dispersiyon eğrileri ve karşılık gelen durum yoğunlukları Görsel 3'de çizilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 3: $NdIr_3$ bileşiği için hesaplanan fonon dağılım eğrileri ve parçalı fonon durum yoğunlukları

Bu bileşiğin ilkel hücresinin dört atomdan oluştuğu bilinmektedir; bu nedenle, bu sistem fonon dispersiyon eğrilerinden üç akustik mod ve dokuz optik mod dahil olmak üzere on iki normal kafes titreşim moduna yol açacaktır. Görsel 3'teki bu fonon dispersiyon eğrilerinde bazı ilginç özellikler mevcuttur. İlk olarak, Brillouin bölgesinin (BZ) herhangi bir yüksek simetri yönü boyunca hayali titreşim frekansları gözlemlenemez ve bu da bu intermetalik bileşiğinin dinamik olarak kararlı olduğunu doğrular. İkinci olarak, fonon spektrumları Γ-X, M–R ve R–Γ hariç Brillouin bölgesi yönleri boyunca dejenerelik yoktur. Üçüncüsü, optik-optik fonon dalları arasında frekans boşluğu vardır. Bu boşluğun değeri 0,46 eV olarak ölçüldü. Bu bant boşluğunun sebebi Nd ve Ir atomların kütleleri arasındaki farktan kaynaklanmaktadır. Fonon durum yoğunluğundan 0-4 THz arası bölgede Ir atomlarının baskın olduğu, daha yüksek frekans bölgesinde ise Nd atomunun katkısının daha fazla olduğu görülmektedir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Kübik $AuCu_3$ tipindeki $NdIr_3$ bileşiğinin yapısal, mekanik özellikleri ve fonon titreşimsel özelliklerini incelemek için ilk prensip hesaplamaları yapıldı. $NdIr_3$ bileşiğinin hesaplanan denge kafes parametresi, yoğunluk ve oluşum enerjisi önceki teorik verilerle mükemmel bir uyum içindedir. Bu bileşik için hesaplanan elastik sabitler Born kararlılık kriterlerini sağladığından bu bileşiğin elastik olarak kararlılığı doğrulanmıştır. Ayrıca yoğunluk fonksiyonel pertürbasyon teorisi kullanılarak gerçekleştirilen örgü dinamiği çalışmasından, $AuCu_3$-tipi kübik fazındaki bu bileşiğin dinamik kararlılık gösterdiği ortaya çıkarıldı. vermek için zor-zorlanma yöntemi yardımıyla elastik sabitleri hesaplandı ve bileşiğin mekanik kararlılığa sahip olduğu tespit edildi.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

KAYNAKÇA

[1] H.F. Braun, N. Engel, E. Parthé, Polymorphism and superconductivity of LaIr2Si2, Phys. Rev. B 28 (3) (1983) 1389.
[2] P.P. Singh, A. Raman, The Nd-Rh system, Metall. Trans. 1 (1) (1970) 233–237.
[3] G. Arnold, N. Nereson, Magnetic properties of DyPt3 and DyIn3, J. Chem. Phys. 51 (4) (1969) 1495–1499.
[4] B. Mondal, S. Dan, S. Mondal, R. Bhowmik, R. Ranganathan, C. Mazumdar, Physical properties of RIr3 (R=Gd, Tb, Ho) compounds with coexisting polymorphic phases, Phys. Chem. Chem. Phys. 21 (31) (2019) 16923–16936.
[5] B. Mondal, S. Dan, S. Mondal, R. Bhowmik, R. Ranganathan, C. Mazumdar, Identification and critical phenomenon studies of polymorphic phases in binary intermetallic compound DyIr3, Intermetallics 120 (2020) 106740.
[6] B. Mondal, S. Dan, S. Mondal, R. Bhowmik, R. Ranganathan, C. Mazumdar, Nonequilibrium magnetic properties in bimorphic phases of ErIr3, J. Phys. D: Appl. Phys. 53 (36) (2020) 365304.
[7] G. Kresse, J. Hafner, Ab initio molecular dynamics for liquid metals, Phys. Rev. B 47 (1993) 558–561.
[8] G. Kresse, J. Furthmuller, Efficiency of ab initio total energy calculations for metals and semiconductors using a plane-wave basis set, Comput. Mater. Sci. 6 (1996) 15–50.
[9] P. Hohenberg, W. Kohn, Inhomogeneous electron gas, Phys. Rev. 136 (1964), B864–B871.
[10] W. Kohn, L.J. Sham, Self-consistent equations including exchange and correlation effects, Phys. Rev. 140 (1965) A1133–A1138.
[11] P.E. Blochl, Projector augmented-wave method, Phys. Rev. B 50 (1994) 17953–17979.
[12] J.P. Perdew, K. Burke, M. Ernzerhof, Generalized gradient approximation made simple, Phys. Rev. Lett. 77 (1996) 3865–3868.
[13] H. J. Monkhorst and J. D. Pack, “Special points for Brillouin-zone integrations” Phys. Rev.B 13 (1976) 5188-5192.
[14] Faber, J., Lander, G. H., Brown, P. J., & Delapalme, A. (1981). Neutron diffraction study of thermal parameters in UX3 compounds. Acta Crystallographica Section A: Crystal Physics, Diffraction, Theoretical and General Crystallography, 37(4), 558-565.
[15] https://next-gen.materialsproject.org/materials/mp-1996?chemsys=Nd-Ir
[16] F. Birch, Finite elastic strain of cubic crystals, Phys. Rev. 71 (1947) 809–824.
[17] Born, M., & Huang, K. (1996). Dynamical theory of crystal lattices. Oxford university press.
[18] X. Gonze and C. Lee, Phys. Rev. B: Condens. Matter Mater. Phys., 1997, 55, 10355–10368.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Li_2MgGe HEUSLER BİLEŞİĞİNİN YAPISAL, ELEKTRONİK VE ELASTİK ÖZELLİKLERİ

Doç. Dr. Abdullah Candan

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, acandan@ahievran.edu.tr, 0000-0003-4807-3017

Doç. Dr. Cihan Kürkçü

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, ckurkcu@ahievran.edu.tr, 0000-0003-3597-1950

Doç. Dr. Çağatay Yamçıçıer

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, cagatayyamcicier@osmaniye.edu.tr, 0000-0003-3033-168X

ÖZET

Kübik kristal yapısındaki Li_2MgGe Heusler bileşiğinin yapısal, elastik ve elektronik özellikleri yoğunluk fonksiyonel teorisi çerçevesinde VASP programı yardımıyla kuramsal olarak araştırıldı. Bu bileşiğin hem normal Heusler (Fm-3m uzay grubu; $L2_1$) hem de ters Heusler (F-43m uzay grubu; XA) kristal yapılarında birim hücrelerinin hacmine karşılık gelen toplam enerjiler hesaplandı. Bu değişimin Birch-Murnaghan denklemine fit edilmesiyle Li_2MgGe bileşiğinin farklı iki kristal yapısı için de dengedeki örgü sabitleri, minimum enerjiler, hacim modülleri ve hacim modülünün basınca göre türevi gibi yapısal parametreler elde edildi. Elde edilen sonuçlara göre; XA-tipi yapının, daha düşük toplam enerji nedeniyle $L2_1$-tipi yapıdan enerji bakımından daha kararlı olduğu bulundu. Ayrıca, bu iki yapı için hesaplanan örgü sabiti değerlerinin literatürdeki mevcut teorik verilerle oldukça uyumlu olduğu görüldü. En kararlı faz olan XA-tipi yapı için elektronik bant yapısı hesaplamaları, genelleştirilmiş gradyan yaklaşımı (GGY) ve değiştirilmiş Becke-Johnson yaklaşımları (mBJ-GGY) içerisinde gerçekleştirildi. Çalışılan malzemenin sertliği hakkında bilgi sahibi olabilmek için zor-zorlanma yöntemi kullanılarak ikinci dereceden tek kristal elastik sabitleri (Cij) teorik olarak hesaplandı. Bu değerlerin Born kararlılık kriterlerine uyum göstermesinden dolayı Li_2MgGe Heusler bileşiğinin XA-tipi yapıda mekanik olarak kararlı olduğu sonucu çıkarıldı. Mekanik olarak kararlı olması da bu malzemelerin sentezlenebilir, geliştirilebilir veya büyütülebilir olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Heusler Bileşikler, Kristal Yapı, Elastik Sabitler.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. GİRİŞ

Heusler bileşiklerinin keşfi; spintronik, şekil hafızası ve termoelektrik alanındaki çok sayıda pratik uygulamalara zemin hazırlamıştır. Elementlerin değiştirilmesi Heusler bileşiklerinin çeşitli yeteneklerini mümkün kılmış ve bu da çok çeşitli uygulama alanları ortaya çıkarmıştır [1–4]. Heusler bileşikleri dört gruba ayrılabilir: (i) Kimyasal formülü X_2YZ olan tam Heusler bileşikleri, Y'nin valans sayısı X'inkinden az olduğunda prototip olarak $AlCu_2Mn$ ile düzenli Heusler (L21) (225) kristal yapısında kristalleşir. (ii) Tam Heusler ile aynı kimyasal formüle sahip olan ancak Y'nin valans sayısının X'inkinden fazla olduğu prototip $CuHg_2Ti$ ile kristalleşen ters Heusler (XA) (216). (iii) Yarı Heusler alaşımları, ters Heusler durmunda bir X'in eksik olduğu, C1b yapısında kristalleşen ve XYZ kimyasal formülüne sahiptir. (iv) Dörtlü Heusler alaşımları, XX'YZ kimyasal formülüne sahiptir, LiMgPdSn'de (Y tipi) kristalize olur. Tüm kategorilerde, X, X' ve Y geçiş metalleridir, Z ise ana grup elementidir.

Bu çalışmada hem $AlCu_2Mn$ hem de $CuHg_2Ti$ tipi yapılara sahip Li_2MgGe Heusler bileşiğinin yapısal, elastik ve elektronik özellikleri ilk prensip hesaplamaları kullanılarak teorik olarak araştırıldı. Bildiğimiz kadarıyla, bu bileşiğin temel fiziksel özellikleri üzerine çalışmalar başkaları tarafından yapılmamıştır ve deneysel sonuçların eksikliği stokiyometrik bileşimlerin sentezlenmesindeki zorluklardan kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, teorik çalışmalar malzemelerin temel fiziksel özelliklerinin belirlemek ve Heusler alaşımlarının kapsamını genişletmek için faydalıdır.

2. HESAPLAMA METODU

Bu çalışmada, yoğunluk fonksiyonel teorisi (YFT) hesaplamaları, VASP paket [7-10] programı ile gerçekleştirildi. Perdew, Burke ve Ernzerhof (GGY-PBE) [11] tarafından parametrelendirilen genelleştirilmiş gradyan yaklaşımı, yapısal parametreleri, yani kafes parametrelerini ve hacim modülünü hesaplamak için kullanıldı. GGY-PBE yöntemi, yoğunluk değerine ek olarak elektronik yoğunluğun yerel gradyanına bağlıdır ve elektron-elektron etkileşimlerindeki değişimlerin daha doğru bir tanımını sağlar. GGY-PBE fonksiyonel hesaplamaları çoğunlukla enerji bant aralığı değerlerini hafife alır; bu nedenle, enerji bant aralığı değerlerini geliştirmek için değiştirilmiş bir Becke-Johnson (mBJ-GGY) fonksiyoneli [12] kullanılabilir. Düzlem dalga baz setinin kesme enerjisi, $AlCu_2Mn$ yapı için 530 eV ve $CuHg_2Ti$-tipi yapı için 610 eV olarak alındı ve Brillouin bölgesinde 12 × 12 × 12 k-noktalı bir ağ kullanıldı [13].

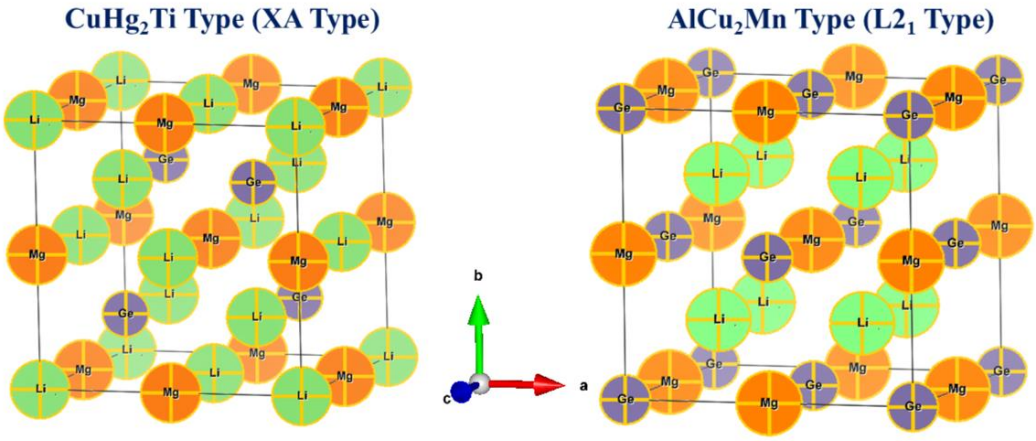
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Yapısal Özellikler

Kompozisyon açısından bakıldığında, Heusler bileşikleri son derece düzenli bir atom yerleşimine sahip intermetalik bileşiklerdir ve uzay köşegeni boyunca iç içe geçen dört tane yüzey merkezli kübik alt kafesten oluşurlar. Bileşikler için iki tür son derece düzenli atom yerleşimi vardır: $AlCu_2Mn$- ve $CuHg_2Ti$-tipi yapılar. $AlCu_2Mn$-tipi yapıda, atom konumları Wyckoff koordinatlarında şu şekilde gösterilir: Li (0, 0, 0), Mg (0,25, 0,25, 0,25), Li (0,5, 0,5,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

0,5) ve Ge (0,75, 0,75, 0,75); $CuHg_2Ti$ tipi yapıda ise Li (0, 0, 0), Li (0,25, 0,25, 0,25), Mg (0,5, 0,5, 0,5) ve Ge (0,75, 0,75, 0,75) şeklindedir. Li_2MgGe Heusler bileşiği için söz konusu kristal yapılar Görsel 1'de karşılaştırılmalı olarak verilmiştir.



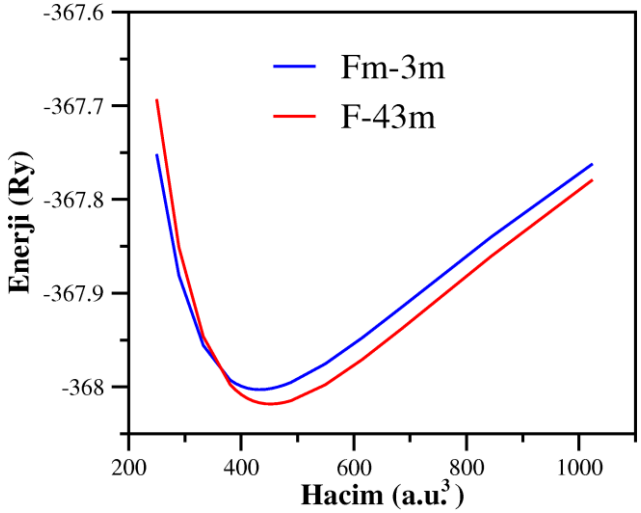
Görsel 1. $CuHg_2Ti$ ve $AlCu_2Mn$ için üç boyutlu kristal yapılar

Optimize edilmiş yapısal özellikleri hesaplamak için: kafes sabiti (a), hacim modülü (B), basınç türevi (B') ve minimum enerji (E_0), Birch-Murnaghan durum denklemi kullanılarak elde edildi ve Çizelge 1'de verildi.

Çizelge 1. Düzenli (Fm-3m) ve ters Heusler (F-43m) için elde edilen kafes sabiti (a), hacim modülü (B), hacim modülünün basınç türevi (B'), minimum enerjiler (E_0)

	Tip	***a* (Å)**	***B* (GPa)**	***B′***	**E_0 (Ry)**
Li_2MgGe	Fm-3m	6.351	38.6	4.07	-368.003
	F-43m	6.456	39.8	4.00	-368.018

Li_2MgGe Heusler bileşiğinin farklı tipteki yapıları için hacme karşılık hesaplanan toplam enerjilerin değişim grafikleri Görsel 2'de çizdirildi. Açıkça görüleceği üzere, $CuHg_2Ti$ (F-43m) tipinin $AlCu_2Mn$ (Fm-3m) tipinden enerji açısından daha kararlı olduğu tespit edildi.

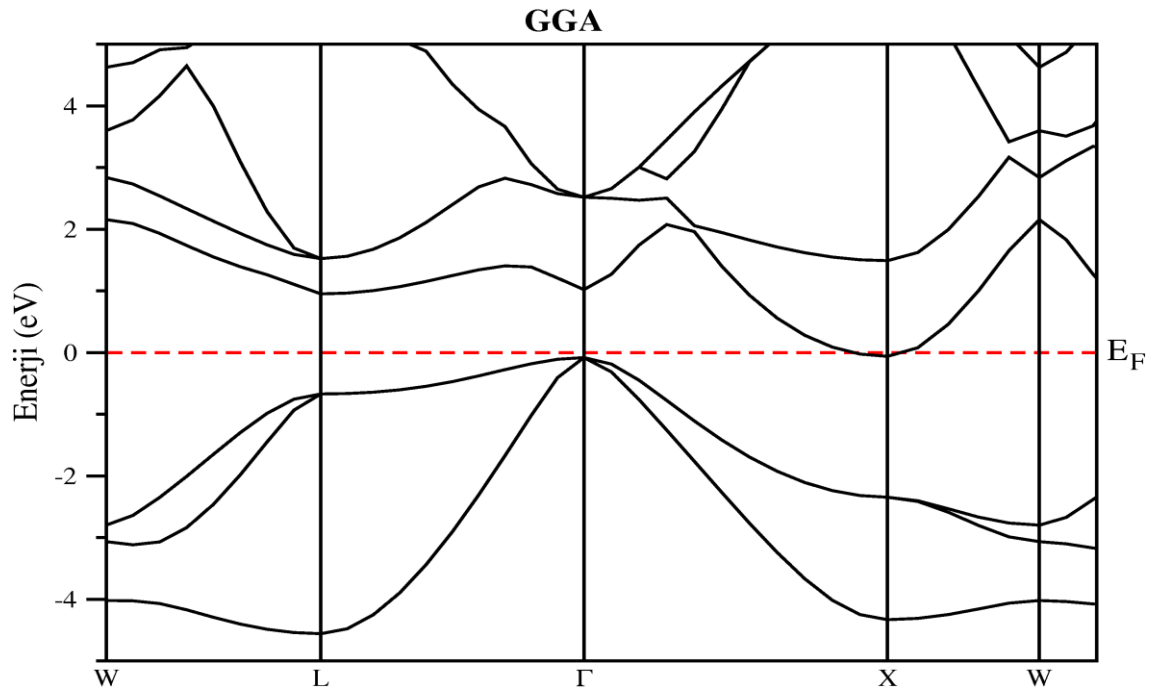


Görsel 2: İncelenen bileşiğin $CuHg_2Ti$ ve $AlCu_2Mn$ yapılarında toplam enerjilerin hacme göre değişimi

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

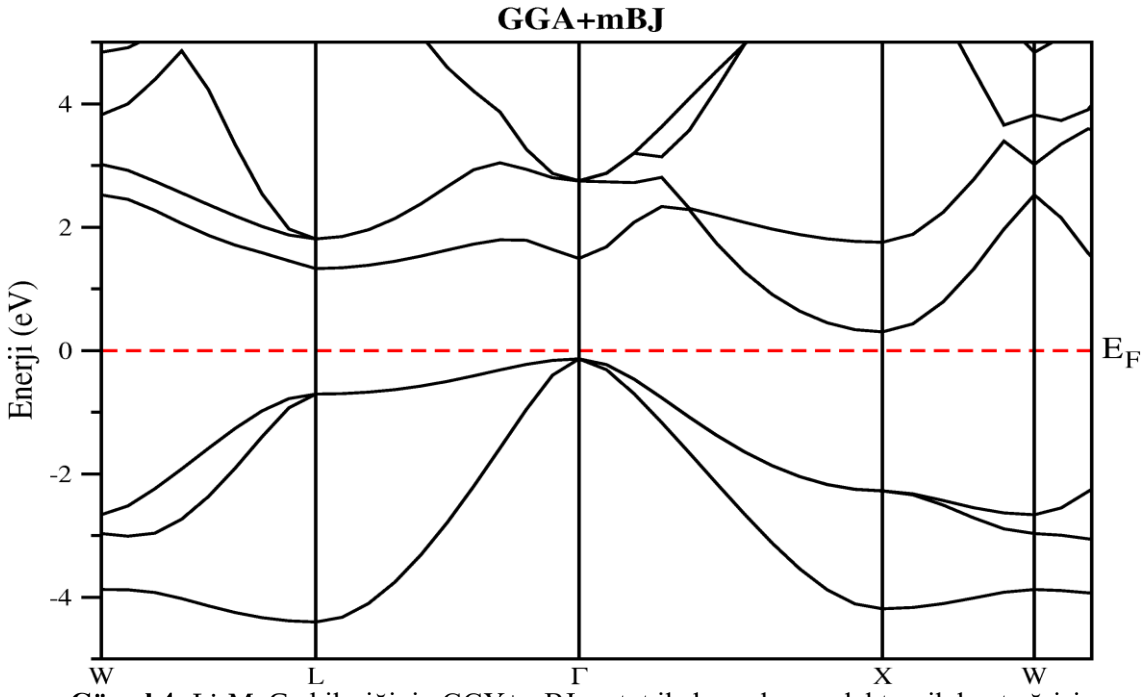
3.2. Elektronik Özellikler

Bu bölümde Li_2MgGe Heusler bileşiği için elektronik bant yapısını inceledik. Elektronik özelliklerin hesaplanmasında daha kararlı olan $CuHg_2Ti$ (F-43m) yapısı göz önüne alındı. Elektronik yapıyı anlamak için, GGY ve GGY+mBJ olmak üzere farklı iki yaklaşım kullanılarak elektronik bant yapılar hesaplandı, sırasıyla Görsel 3 ve Görsel 4 verildi. Bu görsellerde Fermi enerji seviyesi 0 eV alınarak kesikli kırmızı çizgilerle gösterildi. Görsel 3'deki elektronik bant grafiği incelendiğinde Fermi enerji seviyesi aşağısında konumlanan valans bantları ile Fermi enerji seviyesi yukarısında konumlanan iletkenlik bantlarının birbirleri ile çakıştıkları belirgin bir şekilde görülmektedir. Dolayısıyla GGY ile yapılan hesaplamada bileşiğin Fermi seviyesinde herhangi bir bant boşluğu yoktur ve metalik özellik göstermektedir. Diğer taraftan Görsel 4'deki elektronik bant grafiği incelendiğinde Fermi seviyesinde 0,43 eV olarak ölçülen bir bant boşluğu vardır. Dolayısıyla GGY+mBJ ile yapılan hesaplamada bileşiğin yarı-iletken özellik gösterdiği sonucuna varıldı.



Görsel 3: Li_2MgGe bileşiğinin GGY metot ile hesaplanan elektronik bant eğrisi

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 4: Li_2MgGe bileşiğinin GGY+mBJ metot ile hesaplanan elektronik bant eğrisi

3.3. Elastik Özellikler

Malzemelerin elastik özelliklerinin incelenmesi, stres ve deformasyon etkisi altında atomların en yakın komşu atomlar ile arasındaki kuvvetleri belirleme fırsatı sunar ve ayrıca mekaniksel açıdan mühendislik uygulamalarında önemli bir katkı sağlar. Kübik yapıya sahip kristal sistemlerinde üç ayrı elastik sabitin var olduğu bilinmektedir. Çalışmanın bu aşamasında, ilgili malzemenin elastik sabitlerini hesaplamak için zor-zorlanma tekniği kullanılmıştır [14]. Li_2MgGe Heusler bileşiği yüzey merkezli kübik sisteme sahip olduğundan; C_{11}, C_{12} ve C_{44} olarak tanımlanan üç bağımsız elastik sabite sahiptir. Bu bileşik için elastik sabitlerin hesaplanan değerleri Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2: Hesaplanan elastik sabitleri (C_{ij}) değerleri

	C_{11} (GPa)	**C_{12} (GPa)**	**C_{44} (GPa)**
Li_2MgGe	60.83	30.87	50.37

Hesaplanan elastik sabitler aşağıda verilen Born-Huang kararlılık gereksinimlerini karşıladığından, Çizelge 2'den malzemenin mekanik olarak kararlı olduğu açıktır [15].

$$(C_{11} - C_{12}) > 0; \quad C_{11} > 0; \quad C_{44} > 0; \quad (C_{11} + 2C_{12}) > 0 \qquad (1)$$

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu araştırmada, ab initio simülasyon yöntemleri kullanılarak Li_2MgGe Heusler bileşiğinin fiziksel özellikleri üzerine hesaplamalar yapılmıştır. Başlangıçta, ilgili bileşik için iki farklı tip kristal sistemi düşünülmüştür. Düşünülen sistemler, Fm-3m uzay grubu olan $MnCu_2Al$ tipi ve F-43m uzay grubu olan $CuHg_2Ti$ tipidir. Li_2MgGe için çizilen enerji-hacim grafiklerinden,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

$CuHg_2Ti$ tipi kristal sistemindeki yapısal kararlılığın $MnCu_2Al$ tipi kristal sisteminden daha kararlı olduğu görüldü. Ayrıca, GGY ve GGY+mBJ yaklaşımları çerçevesinde yapılan elektronik hesaplamalar sonucunda, söz konusu bileşiğin GGY için metalik iken GGY+mBJ için yarı iletken karaktere sahip olduğu belirlendi. Son olarak mekanik kararlılığa karar vermek için zor-zorlanma yöntemi yardımıyla elastik sabitleri hesaplandı ve bileşiğin mekanik kararlılığa sahip olduğu tespit edildi.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

KAYNAKÇA

[1] Paudel, R.; Zhu, J. Investigation of half-metallicity and magnetism of (Ni/Pd/Ru) ZrTiAl quaternary Heusler alloys for spintronic applications. Phys. Condens. Matter 2019, 557, 45–51.

[2] Remil, G.; Zitouni, A.; Bouadjemi, B.; Houari, M.; Abbad, A.; Benstaali, W.; Cherid, S.; Matougui, M.; Lantri, T.; Bentata, S. A potential full Heusler thermoelectric material CO2ZrZ (Z=Al, Si, Ga and Sn) in low temperature: An Ab-initio investigation. Solid State Commun. 2021, 336, 114422.

[3] Berrahal, M.; Bentouuaf, A.; Rached, H.; Mebsout, R.; Aissa, B. Investigation of Ruthenium based Full-Heusler compound for thermic, spintronic and thermoelectric applications: DFT computation. Mater. Sci. Semicond. Process. 2021, 134, 106047.

[4] Azar, S.; Mousa, A.; Khalifeh, J. Structural, electronic and magnetic properties of Ti1+xFeSb Heusler alloys. Intermetallics 2017, 85,197–205.

[5] Alrahamneh, M.; Mousa, A.; Khalifeh, J. First principles study of the structural, electronic, magnetic and thermoelectric properties of Zr2RhAl. Phys. Condens. Matter 2019, 552, 227–235.

[6] Patel, P.; Pandaya, J.; Shinde, S.; Gupta, S.; Narayan, S. Investigation of Full-Heusler compound Mn2MgGe for magnetism, spintronics and thermoelectric applications: DFT study. Comput. Condens. Matter 2020, 23, e00472.

[7] G. Kresse, J. Hafner, Ab initio molecular dynamics for liquid metals, Phys. Rev. B 47 (1993) 558–561.

[8] G. Kresse, J. Furthmuller, Efficiency of ab initio total energy calculations for metals and semiconductors using a plane-wave basis set, Comput. Mater. Sci. 6 (1996) 15–50.

[9] P. Hohenberg, W. Kohn, Inhomogeneous electron gas, Phys. Rev. 136 (1964), B864–B871.

[10] W. Kohn, L.J. Sham, Self-consistent equations including exchange and correlation effects, Phys. Rev. 140 (1965) A1133–A1138.

[11] J.P. Perdew, K. Burke, M. Ernzerhof, Generalized gradient approximation made simple, Phys. Rev. Lett. 77 (1996) 3865–3868.

[12] F. Tran, P. Blaha, Accurate band gaps of semiconductors and insulators with a semilocal exchange-correlation potential, Phys. Rev. Lett. 102 (2009), 226401.

[13] H. J. Monkhorst and J. D. Pack, “Special points for Brillouin-zone integrations” Phys. Rev.B 13 (1976) 5188-5192.

[14] F. Birch, Finite elastic strain of cubic crystals, Phys. Rev. 71 (1947) 809–824.

[15] Born, M., & Huang, K. (1996). Dynamical theory of crystal lattices. Oxford university press.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

NEONATAL BUZAĞILARDA LÖKOGRAM

Doç. Dr. Mushap KURU

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı, Kars, Türkiye
mushap.kuru@kafkas.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-4409-251X

Doç. Dr. Mustafa MAKAV

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Kars, Türkiye
mustafamakav@gmail.com, Orcid ID: 0000-0003-1879-8180

ÖZET

Bu bildiride, sağlıklı neonatal buzağılarda yapılan araştırmalardan elde edilen lökogram parametrelerinin derlemesi amaçlamaktadır. Lökositler (WBC), bağışıklık sisteminin temel taşı olup nötrofiller, lenfositler, monositler, eozinofiller ve bazofillerden oluşur. Bu hücrelerin oranları ve dağılımları, enfeksiyon, inflamasyon ve immün bozuklukların tanı ve yönetiminde kritik öneme sahiptir. Neonatal buzağılarda, yaşamın ilk günlerinde lökosit profilleri belirgin değişimler göstermektedir. Doğumdan hemen sonra nötrofil baskınlığı gözlenirken, bu süreç bağışıklık sisteminin olgunlaşmasıyla lenfositlerin baskın hale gelmesiyle sonuçlanır. Bu adaptif değişiklikler, bağışıklık sistemi yanıtlarının gelişimi ve humoral immünitenin oluşumuna işaret etmektedir. Doğum sonrası ilk günlerde nötrofil artışı ve eozinofil azalışı ile karakterize edilen bir lökositoz gözlemlenir. İlk günlerde yüksek olan nötrofil/lenfosit oranı, yaş ilerledikçe lenfosit baskınlığına doğru bir değişim gösterir. Bu durum, doğumun bir stres faktörü olması ve buna bağlı hormonal etkilerle açıklanabilir. Ayrıca, lökositlerin farklı alt popülasyonlarındaki bu değişimler, bağışıklık sistemi fonksiyonlarının olgunlaşma sürecini yansıtmaktadır. Araştırmalar, doğum sonrası bu dönemdeki hematolojik analizlerin, neonatal buzağıların sağlık durumunun değerlendirilmesi ve potansiyel sorunların erken teşhisi açısından değerli bilgiler sunduğunu ortaya koymaktadır. Buzağılarda doğum sonrası ilk 30 gün boyunca total lökosit sayısı azalırken lenfosit sayısında bir artış ve nötrofillerde azalma gözlemlenebilir. Doğumdan sonraki ilk 6 gün içinde lökosit sayısı 14.4 x 10^3/µL'den daha düşük değerlere inerken, nötrofil/lenfosit oranında anlamlı bir değişim olabilmektedir. Bu bulgular, neonatal süreçte bağışıklık sisteminin gelişim dinamiklerini anlamada önemli bir temel sunmaktadır. Sonuç olarak, neonatal lökogram analizleri hem buzağıların sağlığını değerlendirmek hem de yönetim stratejilerini optimize etmek için vazgeçilmez bir araçtır.

Anahtar kelimeler: Buzağı, lenfositler, lökogram, lökositler, neonatal, referans aralık.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

LEUKOGRAM IN NEONATAL CALVES

ABSTRACT

This paper aims to compile data on leukogram parameters derived from studies conducted on healthy neonatal calves. Leukocytes (WBC), which are the cornerstone of the immune system, consist of neutrophils, lymphocytes, monocytes, eosinophils, and basophils. The proportions and distributions of these cells are critical for diagnosing and managing infections, inflammation, and immune disorders. In neonatal calves, leukocyte profiles exhibit significant changes during the first days of life. Following birth, neutrophil predominance is observed, which shifts towards lymphocyte dominance as the immune system matures. These adaptive changes reflect the development of immune responses and the establishment of humoral immunity. Leukocytosis is characterized by increased neutrophils and decreased eosinophils, typically observed in the initial postnatal days. The initially high neutrophil-to-lymphocyte ratio gradually transitions to lymphocyte predominance with advancing age, likely influenced by the stress of birth and associated hormonal effects. Moreover, the observed shifts in leukocyte subpopulations mirror the maturation process of immune system functions. Studies indicate that hematological analyses during this period provide valuable insights into the health status of neonatal calves and facilitate the early detection of potential health issues. Throughout the first 30 days post-birth, total leukocyte counts tend to decrease, while lymphocyte numbers increase, accompanied by a reduction in neutrophils. Within the first six days postnatally, leukocyte counts may drop from 14.4 x 10^3/µL to lower levels, with notable changes in the neutrophil-to-lymphocyte ratio. These findings provide a fundamental understanding of the developmental dynamics of the immune system in neonatal calves. In conclusion, neonatal leukogram analyses are indispensable for evaluating calf health and optimizing management strategies.

Keywords: Calf, lymphocytes, leukogram, leukocytes, neonatal, reference intervals.

1. GİRİŞ

Buzağı yetiştiriciliği, süt sığırcılığı işletmelerinin sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahip bir süreçtir. Sağlıklı ve verimli buzağılar yetiştirmek, uzun vadede işletmenin karlılığını artırırken, aynı zamanda hayvan refahı standartlarının yükseltilmesine de katkı sağlar. Buzağıların doğumdan sütten kesim sürecine kadar olan dönemdeki sağlık ve büyüme durumları, işletmenin yönetim uygulamalarının etkinliğini gösteren önemli parametrelerdir. Buzağı sağlığını etkileyen faktörler arasında beslenme, barınma koşulları, hijyen, veteriner bakımı ve genetik faktörler sayılabilir. Bütüncül bir yaklaşımla buzağı yetiştiriciliği yapmak hem hayvanların hem de üreticilerin yararına olacaktır (Mahendran, 2021).

Dış çevreye adaptasyon, özellikle bağışıklık sistemleri henüz gelişmekte olduğu için neonatal dönemdeki buzağıların hayatta kalması için çok önemlidir (Hulbert & Moisá, 2016; Murray & Leslie, 2013). Buzağıları en çok etkileyen hastalıklar, spesifik klinik belirtilere ek olarak hematolojik değişikliklere neden olabilen ishal, göbek bağı komplikasyonları, pnömoni ve septisemidir (Dawes vd., 2014; Murray & Leslie, 2013). Bu hastalıklar ve buna bağlı hematolojik değişiklikler üzerine yapılan araştırmalar kritik öneme sahiptir, çünkü bu tür

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

hastalıklarda azalma, buzağıların, özellikle iyi süt üretim özelliklerine sahip ve yüksek genetik değere sahip dişilerin ölümüne bağlı büyük ekonomik kayıpları azaltabilir veya önleyebilir. Hastalıklı yeni doğanların tanı, prognoz belirleme ve tedavi hedefleriyle klinik değerlendirilmesi, genellikle fizik muayene ve yardımcı laboratuvar testlerinin birleşimini gerektirir. Lökogram, bir hastalığın tanısını doğrulamak veya aydınlatmak ve böylece tedavi ve prognoz tahminini yönlendirmek için önemli bir araçtır (Benesi vd., 2012).

Fiziksel muayene ve laboratuvar testlerinin kombinasyonundan elde edilen sonuçların doğru yorumlanması, muayene sırasında mümkün olan maksimum miktarda bilginin toplanmasını ve etkilenen organların ve sistemlerin fizyolojisi ile hastalığın patogenezinin bilinmesini gerektirir. Ek bir kritik gereklilik, tür, ırk, yaş, cinsiyet ve çevresel/iklimsel faktörleri dikkate alan spesifik referans aralıklarına sahip olmaktır. Lökogramların kesin ve haklı bir şekilde yorumlanmasının referans aralıkları gerektirdiği bilinmesine rağmen, bu aralıkların incelenmesi için sığır neonatlarında çok az çalışma yapılmıştır (Benesi vd., 2012; Santos vd., 2023).

Geçmiş çalışmalar, doğumdan hemen sonra değerlendirilen buzağıların lökogramlarında ortalama lökosit sayısının önemli ölçüde değişmediğini, ancak bazı spesifik trendlerin vurgulandığını bildirmiştir. Doğumdan sonraki ilk altı saat içinde toplam lökosit sayısında küçük bir düşüş gözlemlenirken, nötrofiller baskın oldu ve lenfositlerin mutlak sayısı en düşük seviyeye ulaştı. Eozinofil ve monositlerin mutlak sayılarında da bir azalma gözlemlendi, minimum değerler 12 saat sonra elde edildi. Bu zamandan sonra, özellikle segmentli nötrofillerde benzer bir artış nedeniyle toplam lökositlerde ve lenfosit ve monosit sayısında bir artış gözlemlendi (Birgel 1972, La Motte & Eberhart 1976, Benesi 1992). Doğumda yüksek bir nötrofil:lenfosit oranı (Ne:Ly) ve yaşamın ilk haftası içinde bu oranın lenfositlerin sayısal üstünlüğü nedeniyle azalması veya tersine dönmesi de gözlemlenmiştir (Adams vd. 1992, Biondo 1996, Costa vd. 2008).

Neonatal dönemde buzağılarda lökosit sayısı ve farklılaşmasında doğum sonrası ilk günlerde belirgin dinamikler gözlemlenmiştir (Adams vd., 1992; Arfuso vd., 2023; Kalaeva vd., 2019). Doğum anında toplam lökosit sayısında önemli bir değişiklik olmasa da doğum sonrası ilk saatlerde bazı hücre tiplerinde belirgin değişimler olduğunu göstermektedir. Özellikle, nötrofil sayısında bir artış ve lenfosit, eozinofil ve monosit sayılarında bir azalma görülmektedir. İlk 12 saat içinde bu trendler daha belirgin hale gelmekle birlikte, daha sonraki dönemde lenfosit ve monosit sayılarında artış ve nötrofil-lenfosit oranında azalma eğilimi gözlemlenmiştir. Bu bulgular, neonatal dönemde buzağıların bağışıklık sisteminin olgunlaşması sürecinde meydana gelen fizyolojik değişiklikleri yansıtmaktadır (Benesi vd., 2012).

Yeni doğmuş buzağıların kanında olgunlaşmamış nötrofillerin bulunması, doğum sürecinin ve stresinin bir sonucu olarak görülmektedir (Bahroz & Saleh, 2022; Morita, 2020). Buzağıların ilk yaşam haftasındaki kan değerlerindeki değişimler, doğum sırasında artan stres hormonlarının (glukokortikoidler) etkisiyle açıklanmaktadır (Arfuso vd., 2023; Mao vd., 1994). Doğum şekli, anne ve yavrunun genel sağlık durumu gibi faktörler de bu kan değerlerini etkileyebilmektedir (Benesi vd., 2012). Buzağıların kan değerleri, yaş, cinsiyet, ırk, çevresel

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

koşullar ve yetiştirilme yöntemleri gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Benesi vd., 2012; Blanco vd., 2009). Bu nedenle, her bölge için farklı referans değerler belirlenmesi gerekmektedir (Benesi vd., 2012; Motta vd., 2023).

Bu bildirinin amacı, sağlıklı neonatal buzağılarda yapılmış çalışmalarda elde edilen lökogram parametreleri ile ilgili bilginin derlenmesidir.

2. NEONATAL BUZAĞILARDA LÖKOGRAM

Total lökositler (WBC), bağışıklık sistemi fonksiyonlarının temel taşı olup, nötrofiller, eozinofiller, bazofiller, monositler ve lenfositler gibi farklı hücre tiplerinden oluşur. Bu hücrelerin çoğu kemik iliğinde üretilirken, özellikle lenfositler lenfoid dokularda olgunlaşır. WBC'lerin yalnızca küçük bir bölümü aktif olarak kan dolaşımında bulunur ve bu oran çeşitli faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Kan dolaşımındaki nötrofiller ise marjinal ve dolaşımdaki hücreler olarak iki gruba ayrılır. Fizyolojik durumlarda kan basıncının veya akış hızının artması, dolaşımdaki nötrofil sayısında bir yükselmeye neden olur. Bir WBC sayımı, toplam lökosit miktarını belirlemenin yanı sıra, bant ve segmentli nötrofiller gibi farklı alt popülasyonların oranlarını da içerir. Bu veriler, özellikle inflamasyon, enfeksiyon veya immün sistem bozukluklarının tanı ve yönetiminde kritik bir öneme sahiptir. Sığırlarda, toplam WBC sayılarının yaşla birlikte azalma eğilimi gösterdiği bilinmektedir. Buzağılar başlangıçta granülosit açısından zenginken, yaklaşık üç aylık olduklarında lenfositlerin baskın hale geldiği bir profil sergiler. Yetişkin sığırlarda ise nötrofil-lenfosit oranı yaklaşık 1:2'dir ve bu oran, diğer evcil türlerle karşılaştırıldığında nispeten düşüktür. Eozinofillerin oranı yaşla birlikte artış gösterirken, bu hücrelerin alerjik reaksiyonlar veya parazitik enfeksiyonlar gibi bağışıklık sistemine yönelik özel durumlarda da önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Bu tür dinamik değişiklikler, sığırlardaki hematolojik profillerin doğru yorumlanması ve bağışıklık sistemine ilişkin süreçlerin daha iyi anlaşılabilmesi için kritik bir temel sağlamaktadır (Roland vd., 2014; Webb & Latimer, 2011; Wood, 2022). Lökogram, hematolojik analizlerin temel bir bileşeni olup, özellikle tanı koyma, genel sağlık durumunun değerlendirilmesi ve hastalık ya da tedavi süreçlerinin takibinde önemli bir araç olarak kullanılmaktadır (Akyüz vd., 2016; Roland vd., 2014).

Ardışık lökogramlar, yalnızca hastalığın seyrini izlemekle kalmaz, aynı zamanda prognoz tahmininde de değerli bilgiler sunar. Klinik iyileşme sırasında WBC sayılarının normal sınırlara dönmesi genellikle olumlu bir prognoza işaret eder (Ayvazoğlu vd., 2024; Jones & Allison, 2007; Webb & Latimer, 2011). Buna karşılık, lökosit sayılarında ani bir düşüş ciddi bir klinik durumun ve kötü bir prognozun işareti olarak değerlendirilir. Özellikle, uzun süreli nötropeni, dejeneratif sol kayma varlığı veya belirgin lökositoz, prognozun kötüleşmesiyle ilişkilendirilen önemli hematolojik bulgular arasındadır. Bu parametrelerin dikkatli değerlendirilmesi, hastalık sürecini anlamada ve tedavi planlarını optimize etmede kritik öneme sahiptir. Dolayısıyla, lökogram verilerinin doğru şekilde yorumlanması, veteriner hekimler ve araştırmacılar için sadece tanı değil, aynı zamanda terapötik kararlar ve sonuçların tahmin edilmesi açısından da vazgeçilmez bir rehber sunmaktadır (Jones & Allison, 2007; Webb & Latimer, 2011).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Sağlıklı Holstein buzağılarda doğumdan sonraki ilk 30 gün içindeki lökogram değişiklikleri incelendiğinde yaşa bağlı olarak lökosit sayısında belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Doğum sonrası ilk birkaç gün içinde nötrofil sayısında artış, daha sonraki dönemlerde ise lenfosit sayısında artış görülmüştür. Bu değişiklikler, doğum stresine bağlı hormonal etkiler ve bağışıklık sisteminin olgunlaşmasıyla ilişkilendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, buzağıların sağlık durumunun değerlendirilmesi ve uygun tedavi stratejilerinin belirlenmesi için önemli bilgiler sağlayabileceği ileri sürülmüştür (Benesi vd., 2012).

Neonatal dönem, buzağılar için önemli bir dönem olup, önemli fizyolojik adaptasyonlarla ilişkilenmiştir. Hematolojik parametreler, özellikle lökosit profilleri, buzağıların sağlık durumu ve bağışıklık fonksiyonları hakkında değerli bilgiler sağlar. Yaşamın ilk birkaç haftasında lökosit popülasyonlarında dinamik bir değişim olduğu ifade edilmektedir. Başlangıçta, akut faz yanıtını yansıtan nötrofiller baskındır. Bağışıklık sistemi olgunlaştıkça, adaptif bağışıklığın gelişimini gösteren lenfosit sayılarında kademeli bir artış görülür. Bu değişiklikleri izlemek, potansiyel sağlık sorunlarının erken tespitine yardımcı olabilir ve neonatal buzağılar için yönetim uygulamalarını optimize edebileceği bildirilmektedir (Santos vd., 2023).

Neonatal Holstein buzağılarında doğum sonrası ilk 30 gün içerisinde lökosit profili dinamik olarak değişmektedir. Doğum anında yüksek olan toplam lökosit sayısı, özellikle nötrofil sayısında bir düşüşle birlikte, ilk birkaç gün içinde azalır. Daha sonra, lenfosit sayısında artış gözlenir. Bu dönemde, nötrofil-lenfosit oranı da değişerek, doğum sonrası ilk günlerde nötrofil baskınlığına ve daha sonra lenfosit baskınlığına doğru ilerler. Bu değişiklikler, doğum stresine bağlı hormonal etkiler, bağışıklık sisteminin olgunlaşması ve diğer fizyolojik faktörlerin bir sonucu olarak ortaya çıkabilmektedir (Baccili vd., 2018).

Bir çalışmada, doğumdan itibaren 30 güne kadar olan dönemde Holstein buzağılarının lökogram parametrelerindeki değişimler incelenmiştir. Doğumdan itibaren ilk günlerde nötrofil sayısında artış ve eozinofil sayısında azalma ile karakterize bir lökositoz gözlenmiştir. Yaşın ilerlemesiyle birlikte lenfosit sayısında kademeli bir artış da gözlenmiştir. Bu bulgular, doğum sonrası ilk aylarda buzağıların bağışıklık sisteminin olgunlaşması ve uyum sağlaması sürecindeki önemli değişiklikleri göstermektedir. Özellikle doğum sonrası ilk 4 günde gözlenen yüksek nötrofil/lenfosit oranı, bu dönemde glukokortikoidlerin etkisiyle birlikte hemokonsantrasyon ve lökosit profilindeki değişikliklerle ilişkilendirilmiştir (Novo vd., 2015).

Doğumdan sonraki ilk dokuz günlük dönemde 254 Holstein buzağısının lökogram parametreleri incelendiğinde doğum sonrası ilk günlerde nötrofil sayısında artış ve eozinofil sayısında azalma ile karakterize bir lökositoz gözlenmiştir. Bu durum, doğumun bir stres faktörü olarak değerlendirilmesi ve vücudun bu strese karşı verdiği inflamatuvar yanıtı ile açıklanabilmektedir. Yaşın ilerlemesiyle birlikte lenfosit sayısında kademeli bir artış gözlenmesi ise bağışıklık sisteminin olgunlaşması ve hümoral immünitenin gelişmesi ile ilişkilidir. Nötrofil/lenfosit oranı, vücuttaki inflamatuvar süreçlerin bir göstergesi olarak kabul edilir ve elde edilen verilere göre, doğum sonrası ilk günlerde bu oran oldukça yüksek bulunmuş ve yaşın ilerlemesiyle birlikte düşüş göstermiştir (Panousis vd., 2018).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Yine doğumdan sonraki ilk 10 gün içindeki 20 sağlıklı buzağının hematolojik parametreleri değerlendirilmiş ve ortalama toplam lökosit sayısı 8.03 x 10^3/µL olarak bulunmuştur. Lökositlerin farklı alt popülasyonlarına bakıldığında, lenfositlerin ortalama sayısı 3.34 x 10^3/µL, granülositlerin ise 4.78 x 10^3/µL olarak belirlenmiştir. Bu bulgular, doğum sonrası dönemde bağışıklık sisteminin henüz olgunlaşmamış olduğunu ve vücudun enfeksiyonlara karşı savunma mekanizmalarının gelişmekte olduğunu göstermektedir (Akyüz vd., 2022).

Holstein buzağılarında doğum sonrası ilk günlerde nötrofil sayısında artış ve eozinofil sayısında azalma ile karakterize bir lökositoz gözlenmiştir. Yaşın ilerlemesiyle birlikte lenfosit sayısında kademeli bir artış gözlenmesi ise bağışıklık sisteminin olgunlaşması ve hümoral immünitenin gelişmesi ile ilişkili bulunmuştur. Ayrıca, doğum sonrası ilk günlerde bu oran oldukça yüksek bulunmuş ve yaşın ilerlemesiyle birlikte düşüş göstermiştir (Khaleghnia vd., 2021). Neonatal süreçteki sağlıklı buzağılarda yapılmış çalışmalardan elde edilen lökogram referans aralıkları Tablo 1-7'de verilmiştir.

Tablo 1: Sağlıklı 1-9 günlük 254 Holstein buzağıya ait lökogram parametrelerinin tanımlayıcı istatistikleri (Panousis vd., 2018).

Parametreler	Ortalama	SD	Median	Min	Max
WBC (× 10^9/L)	9.87	3.90	9.20	2.55	23.73
Nötrofiller (× 10^9/L)	5.15	3.26	4.47	0.38	15.78
Lenfositler (× 10^9/L)	4.13	1.71	3.90	0.17	9.45
N:L oranı (−)	1.68	2.50	1.09	0.13	28.53
Monositler (× 10^9/L)	0.25	0.28	0.16	0.01	2.11
Eozinofiller (× 10^9/L)	0.28	0.34	0.19	0.02	3.11
Bazofiller (× 10^9/L)	0.07	0.06	0.06	0.01	0.60

WBC: Total lökosit sayısı; N:L oranı: Nötrofil:Lenfosit oranı; PLT: Trombositler; SD: Standart sapma, Min: En küçük, Max: En büyük.

Tablo 2: Sağlıklı 0-10 günlük neonatal buzağılarda (n=20) lökogram değerleri (Akyüz vd., 2022).

Değişkenler	Ortalama ± Standart hata	En düşük-En yüksek
Toplam lökosit sayısı (×10^3/µL)	8.03±1.65	7.04-14.22
Lenfosit sayısı (x10^3/µL)	3.34±0.51	1.24-4.58
Monosit sayısı (x10^3/µL)	0.32±0.12	0.13-1.10
Granülosit sayısı (x10^3/µL)	4.78±1.46	1.90-7.40

Tablo 3. Sağlıklı 1-30 günlük neonatal buzağıların (n=10) lökogram bulguları (Beydilli & Gökce, 2019)

Parametreler	Ortalama ± Standart sapma
Total lökosit (x10^9/L)	10.35 ± 1.09
Lenfosit (x10^9/L)	6.02 ± 1.45
Monosit (x10^9/L)	0.13 ± 0.12
Granülosit (x10^9/L)	4.19 ± 1.41
Monosit (%)	1.09 ± 0.42
Granülosit (%)	40.58 ± 13.83

Tablo 4: Sağlıklı 5-12 günlük sütçü ırk buzağılarda (n=140) lökogram referans değerler (Roadknight vd., 2021).

Değişkenler	Ünite	Ortalama	Median	SD	Min	Max
WBC	×10^9/L	9.6	9.3	2.9	4.0	21.2

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Nötrofiller	$\times10^9$/L	4.6	4.1	2.9	0.6	20.7
Lökositler	$\times10^9$/L	4.3	4.4	1.9	0.1	10.3
Monositler	$\times10^9$/L	0.6	0.5	0.5	0.0	2.3
Eozinofiller	$\times10^9$/L	0.1	0.0	0.1	0.0	0.5
Bazofiller	$\times10^9$/L	0.1	0.1	0.1	0.0	0.4

Max: Maksimum, Min: Minimum, SD: Standart sapma, WBC: Total lökositler.

Tablo 5. Sağlıklı 0-7 günlük dişi ve erkek Simental buzağılarda lökogram parametrelerinin ortalama ve standart hataları (Batı vd., 2024)

Parametre	**Dişi (n=10)**	**Erkek (n=10)**
WBC (m/mm^3)	10.82 ± 0.70	10.87 ± 0.72
LYM (m/mm^3)	4.84 ± 0.58	5.28 ± 0.43
MON (m/mm^3)	0.50 ± 0.61	0.44 ± 0.42
GRA (m/mm^3)	3.87 ± 0.56	3.14 ± 0.72

WBC: Toplam lökositler, LYM: Lenfositler, MON: Monositler, GRA: Granülositler

Tablo 6: Neonatal süreçteki buzağılarda yapılmış olan çalışmalardan elde edilen lökogram parametrelerinin günlere göre değişimi

Yaş (gün)	**Lökositler ($\times10^3$/µL)**	**Nötrofiller ($\times10^3$/µL)**	**Lenfositler ($\times10^3$/µL)**	**Monositler ($\times10^3$/µL)**	**Eozinofiller ($\times10^3$/µL)**	**Kaynaklar**
<6*	14.4 ± 4.7	8.5 ± 3.8	4.6 ± 2.5	1.3 ± 0.6	0.0 ± 0.0	Novo vd., 2015
0	15 ± 4	9.04 ± 3	3.52 ± 2.0	1.45 ± 0.5	-	Baccili vd., 2018
1-2	12.9 ± 4.6	6.9 ± 3.6	4.5 ± 1.7	1.4 ± 0.9	0.1 ± 0.1	Novo vd., 2015
1-2	6.5 ± 0.5	3.4 ± 0.4	2.9 ± 0.3	0.2 ± 0.1	-	Khaleghnia vd., 2021
2	13 ± 4	7.49 ± 4	4.12 ± 1.6	1.22 ± 1.1	-	Baccili vd., 2018
3	8.13	5.59	2.92	0.53	0.08	Santos vd., 2023
3-4	10.6 ± 5.4	4.0 ± 3.7	4.8 ± 2.3	1.6 ± 0.6	0.1 ± 0.1	Novo vd., 2015
4	10 ± 2	3.58 ± 2	4.27 ± 1.2	1.57 ± 0.5	-	Baccili vd., 2018
5-6	10.8 ± 4.9	2.8 ± 1.5	5.4 ± 2.4	1.9 ± 0.9	0.1 ± 0.2	Novo vd., 2015
6	9 ± 4	2.99 ± 1	4.39 ± 1.3	1.37 ± 1.0	-	Baccili vd., 2018
7	8.98	3.26	4.57	0.90	0.11	Santos vd., 2023
7	10.1 ± 1.0	5.7 ± 0.9	3.9 ± 0.3	0.4 ± 0.1	-	Khaleghnia vd., 2021
7-8	10.6 ± 3.2	3.7 ± 2.2	5.0 ± 1.8	1.6 ± 0.6	0.1 ± 0.1	Novo vd., 2015
8	11 ± 4	4.52 ± 3	4.87 ± 1.1	1.47 ± 0.8	-	Baccili vd., 2018
9-10	11.6 ± 3.4	4.5 ± 2.5	5.5 ± 1.9	1.5 ± 0.7	0.1 ± 0.1	Novo vd., 2015
14	10.35	3.94	5.36	0.77	0.08	Santos vd., 2023
14	8.5 ± 0.7	3.4 ± 0.5	4.8 ± 0.3	0.2 ± 0.1	-	Khaleghnia vd., 2021
15	10 ± 4	3.85 ± 3	4.94 ± 1.9	1.39 ± 0.5	-	Baccili vd., 2018
15	11.0 ± 2.9	3.3 ± 2.2	5.6 ± 1.8	1.8 ± 0.6	0.2 ± 0.2	Novo vd., 2015
21	7.4 ± 0.5	2.4 ± 0.3	4.8 ± 0.4	0.1 ± 0.1	-	Khaleghnia vd., 2021
28	10.14	4.21	4.16	0.77	0.13	Santos vd., 2023
28	7.8 ± 0.7	2.6 ± 0.3	5.1 ± 0.4	0.1 ± 0.0	-	Khaleghnia vd., 2021
30	11.7 ± 3.3	2.5 ± 1.8	6.9 ± 2.5	2.1 ± 0.8	0.2 ± 0.2	Novo vd., 2015
30	11 ± 2	2.88 ± 2	6.37 ± 1.2	1.62 ± 0.6	-	Baccili vd., 2018

*: Saat

Tablo 7: Neonatal süreçteki buzağılarda yapılmış olan çalışmalardan elde edilen nötrofil/lenfosit oranının günlere göre değişimi

Yaş	**Nötrofil/Lenfosit Oranı**	**Kaynak**
<6 saat	2.6 ± 2.4	Novo vd., 2015

1-2 gün	1.7 ± 1.1	Novo vd., 2015
1-2 gün	1.17 ± 0.16	Khaleghnia vd., 2021
3 gün	1.91	Santos vd., 2023
3-4 gün	0.9 ± 0.6	Novo vd., 2015
5-6 gün	0.7 ± 0.8	Novo vd., 2015
7 gün	0.71	Santos vd., 2023
7 gün	1.46 ± 0.30	Khaleghnia vd., 2021
7-8 gün	0.9 ± 1.0	Novo vd., 2015
9-10 gün	0.9 ± 0.6	Novo vd., 2015
14 gün	0.73	Santos vd., 2023
14 gün	0.71 ± 0.15	Khaleghnia vd., 2021
15 gün	1.2 ± 1.9	Novo vd., 2015
28 gün	1.01	Santos vd., 2023
28 gün	0.51 ± 0.08	Khaleghnia vd., 2021
30 gün	1.0 ± 2.3	Novo vd., 2015
30 gün	0.45 ± 0.16	Baccili vd., 2018

3. SONUÇ

Neonatal dönemde sağlıklı buzağılarda lökogram parametrelerinde yaşa bağlı olarak dinamik değişikliklerin olduğu açıkça görülmektedir. Doğum sonrası ilk günlerde nötrofil baskın bir profilin izlenmesi ve bunu takiben lenfositlerdeki kademeli artış, bağışıklık sisteminin adaptasyonu ve olgunlaşma sürecine işaret etmektedir. Lökosit profillerindeki bu değişiklikler, doğum stresine bağlı hormonal etkiler ve immünolojik süreçlerin bir sonucu olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, neonatal dönemde buzağıların bağışıklık sisteminin fizyolojik adaptasyonlarını anlamak ve sağlık durumlarını değerlendirmek açısından önemli bir referans sağlamaktadır. Bu bilgiler, olası sağlık sorunlarının erken teşhisini kolaylaştırmak ve uygun yönetim stratejilerinin geliştirilmesine rehberlik edebilecek niteliktedir. Ayrıca, özellikle nötrofil/lenfosit oranındaki değişimlerin izlenmesi, enfeksiyöz ve inflamatuar süreçlerin tespitinde değerli bir araç olarak kullanılabilir. Sonuç olarak, bu bildiri neonatal buzağılarda yapılmış çalışmalardaki lökogram parametreleri günlere göre değişimini detaylı bir şekilde incelenerek, bağışıklık sistemi gelişimi ve adaptasyonu konusunda önemli bilgi sunmaktadır.

4. KAYNAKÇA

Adams, R., Garry, F. B., Aldridge, B. M., Holland, M. D., & Odde, K. G. (1992). Hematologic values in newborn beef calves. *American Journal of Veterinary Research*, *53*(6), 944-950. https://doi.org/10.2460/ajvr.1992.53.06.944

Akyüz, E., Coşkun, A., & Şen, İ. (2016). The effects of fluid resuscitation on the hemodynamic parameters of experimental induced endotoxemia in the neonatal calves. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, *32*(4), 246-246. https://doi.org/10.15312/EurasianJVetSci.2016422396

Akyüz, E., Sezer, M., Kuru, M., & Naseri, A. (2022). Changes in hematology, some clinical biochemical parameters and mineral levels in neonatal calves with sepsis due to diarrhea. *Van Veterinary Journal*, *33*(1), 26-30. https://doi.org/10.36483/vanvetj.1066050

Arfuso, F., Minuti, A., Liotta, L., Giannetto, C., Trevisi, E., Piccione, G., & Lopreiato, V. (2023). Stress and inflammatory response of cows and their calves during peripartum and early neonatal period. *Theriogenology*, *196*, 157-166. https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2022.11.019

Ayvazoğlu, C., Akyüz, E., Harmankaya, A., Sezer, M., Batı, Y. U., Gezer, T., & Kuru, M. (2024). Cardiac biomarkers in calves with diarrhea-induced neonatal sepsis. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, *75*(1), 6871-6878. https://doi.org/10.12681/jhvms.32664

Baccili, C. C., Oliveira, S. M. F. N. de, Costa, J. F. R., Massoco, C. O., Pozzi, C. R., & Gomes, V. (2018). Hematological and immunological development from birth to six months of age in Holstein calves. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, *70*(6), 1823-1832. https://doi.org/10.1590/1678-4162-9416

Bahroz, A., & Saleh, M. (2022). Immunity development in newborn calves: A review. *ProEnvironment*, *15*(50), 187-196.

Batı, Y. U., Sezer, M., Akyüz, E., Kuru, M., & Kırmızıgül, A. H. (2024). Evaluation of physical examination, hematology and biochemical parameter findings in healthy neonatal calves of Simmental breed according to sex. Içinde S. Kutlu Horvath (Ed.), *11th International May 19 Innovative Scientific Approaches Congress* (ss. 483-489). IKSAD Publications.

Benesi, F. J., Teixeira, C. M. C., Leal, M. L. R., Lisboa, J. A. N., Mirandola, R. M. S., Shecaira, C. L., & Gomes, V. (2012). Leukograms of healthy Holstein calves within the first month of life. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, *32*(4), 352-356. https://doi.org/10.1590/S0100-736X2012000400013

Beydilli, Y., & Gökce, H. İ. (2019). Sepsisli neonatal buzağılarda bazı hematolojik ve biyokimyasal parametrelerin araştırılması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *7*(2), 55-67. https://doi.org/10.24998/maeusabed.617316

Blanco, M., Casasús, I., & Palacio, J. (2009). Effect of age at weaning on the physiological stress response and temperament of two beef cattle breeds. *Animal*, *3*(1), 108-117. https://doi.org/10.1017/S1751731108002978

Dawes, M. E., Tyler, J. W., Hostetler, D. E., Nagy, D. W., & Tessman, R. K. (2014). Clinical examination, diagnostic testing, and treatment options for neonatal calves with diarrhea: A review. *The Bovine Practitioner*, 61-75. https://doi.org/10.21423/BOVINE-VOL48NO1P61-75

Hulbert, L. E., & Moisá, S. J. (2016). Stress, immunity, and the management of calves. *Journal of Dairy Science*, *99*(4), 3199-3216. https://doi.org/10.3168/JDS.2015-10198

Jones, M. L., & Allison, R. W. (2007). Evaluation of the ruminant complete blood cell count. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, *23*(3), 377-402. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.07.002

Kalaeva, E., Zemlyanukhina, O., Kalaev, V., Efimova, K., Chernitskiy, A., Kaverin, N., & Safonov, V. (2019). The influence of haptoglobin phenotype on differential leukocyte count in

neonatal calves. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences, 43*(2), 177-185. https://doi.org/10.3906/vet-1811-13

Khaleghnia, N., Mohri, M., & Seifi, H. A. (2021). The effects of parenteral iron administration on thyroid hormones, hematology, oxidative stress characteristics, performance, and health in neonatal Holstein calves. *Biological Trace Element Research, 199*(5), 1823-1832. https://doi.org/10.1007/s12011-020-02293-7

Mahendran, S. (2021). *Handbook of Calf Health and Management: A Guide to Best Practice Care for Calves* (First). 5M Books.

Mao, X. -Z., Li, S. -Z., Zhu, Z. -K., & Qin, W. -L. (1994). The development changes and correlations of some blood hormone levels and ımmune ındexes during the postnatal period in neonatal calves. *Journal of Veterinary Medicine Series A, 41*(1-10), 405-412. https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1994.tb00107.x

Morita, L. M. (2020). *Development of innate immune response in healthy Holstein calves from birth until weaning* [Master of Science, Universidade de São Paulo]. https://doi.org/10.11606/D.10.2020.tde-12052020-090340

Motta, G. A., Neto, P. S. M., Nociti, R. P., & Santana, Á. E. (2023). Hematological normality, serum biochemistry, and acute phase proteins in healthy beef calves in the Brazilian Savannah. *Animals, 13*(15), 2398. https://doi.org/10.3390/ani13152398

Murray, C. F., & Leslie, K. E. (2013). Newborn calf vitality: Risk factors, characteristics, assessment, resulting outcomes and strategies for improvement. *The Veterinary Journal, 198*(2), 322-328. https://doi.org/10.1016/J.TVJL.2013.06.007

Novo, S. M. F., Freitas, R. L., Silva, C. P. da C. e, Baldacim, V. A. P., Baccili, C. C., Reis, J. F. dos, Hagiwara, M. K., & Gomes, V. (2015). Hematological adaptation in Holstein calves during the neonatal period. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, 52*(3), 212-216. https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.v52i3p212-216

Panousis, N., Siachos, N., Kitkas, G., Kalaitzakis, E., Kritsepi-Konstantinou, M., & Valergakis, G. E. (2018). Hematology reference intervals for neonatal Holstein calves. *Research in Veterinary Science, 118*, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.01.002

Roadknight, N. W., Courtman, N. F., Mansell, P. D., Jongman, E. C., Loh, Z. A., & Fisher, A. D. (2021). Biochemistry and hematology reference intervals for neonatal dairy calves aged 5-12 days. *Veterinary Clinical Pathology, 50*(2), 278-286. https://doi.org/10.1111/vcp.12955

Roland, L., Drillich, M., & Iwersen, M. (2014). Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation, 26*(5), 592-598. https://doi.org/10.1177/1040638714546490

Santos, F. C. R., Santarosa, B. P., Dal Más, F. E., Silva, K. N., Guirro, E. C. B. P., & Gomes, V. (2023). Clinical physiological parameters of Holstein calves in the first month of life. *Animal - Open Space, 2*, 100036. https://doi.org/10.1016/j.anopes.2022.100036

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Webb, J. L., & Latimer, K. S. (2011). Leukocytes. Içinde K. S. Latimer (Ed.), *Duncan and Prasse's Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Pathology* (5th Edition, Sayı Ed.5, ss. 45-82). Wiley-Blackwell.

Wood, R. D. (2022). Hematology of bovids. Içinde M. B. Brooks, K. E. Harr, D. M. Seelig, K. J. Wardrop, & D. J. Weiss (Ed.), *Schalm's Veterinary Hematology* (7th Edition, ss. 1004-1011). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781119500537.ch111

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

NEONATAL BUZAĞILARDA ERİTROGRAM

Doç. Dr. Mushap KURU

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı, Kars, Türkiye
mushap.kuru@kafkas.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-4409-251X

Doç. Dr. Mustafa MAKAV

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Kars, Türkiye
mustafamakav@gmail.com, Orcid ID: 0000-0003-1879-8180

ÖZET

Bu bildiri, neonatal dönemdeki sağlıklı buzağılarda eritrogram parametrelerinin referans aralıklarını derlemeyi amaçlamaktadır. Eritrogram, eritrositlerin (RBC) sayısı, hemoglobin (HGB), hematokrit (HCT) ve eritrosit indekslerini (MCV, MCH, MCHC) içeren önemli hematolojik parametreleri kapsar. Neonatal buzağılarda bu parametrelerin yaşa bağlı değişimleri, klinik değerlendirme ve hastalık yönetimi açısından kritik öneme sahiptir. Neonatal buzağılarda RBC sayısı, HGB ve HCT değerleri doğum gününde yüksek olup ilk günlerde kademeli bir azalma eğilimi gösterir. Doğumdan sonraki ilk 6 saatte RBC yaklaşık 8.3-8.5 × 10^6/µL arasında değişirken, HGB 11.5-12.5 g/dL, HCT ise %37-39 aralığında ölçülmüştür. Ancak ilk hafta boyunca bu değerlerde bir düşüş gözlemlenir; yedinci güne gelindiğinde RBC 6.6-7.89 × 10^6/µL, HGB 8.8-10.7 g/dL ve HCT %24.8-34.4 seviyelerine düşer. Bu süreçte eritrosit indekslerinde (MCV, MCH ve MCHC) belirgin değişimler gözlemlenmiş, bu da buzağılardaki hematopoetik adaptasyon süreçlerini yansıtmaktadır. İkinci ve üçüncü haftalarda değerlerde kısmi bir stabilizasyon görülürken, 30. güne kadar cinsiyete bağlı hafif farklılıklar oluşmuştur. Dişi buzağılarda RBC sayısı 9.62 × 10^6/µL iken, erkeklerde bu değer 9.20 × 10^6/µL olarak ölçülmüştür. Sonuç olarak, bu referans aralıkları veteriner hekimlere ve araştırmacılara, neonatal buzağılarda normal hematolojik profilin değerlendirilmesi ve anemi, enfeksiyon gibi hastalıkların tanı ve yönetiminde değerli bilgiler sunmaktadır. Bu bulgular, buzağılarda sağlıklı büyüme ve gelişimi desteklemek için önemli bir rehber niteliğindedir.

Anahtar kelimeler: Buzağı, eritrosit, hematokrit, neonatal, referans aralık.

ERYTHROGRAM IN NEONATAL CALVES

ABSTRACT

This study aims to compile reference ranges for erythrogram parameters in healthy neonatal calves. The erythrogram encompasses key hematological parameters such as red blood cell (RBC) count, hemoglobin (HGB), hematocrit (HCT), and erythrocyte indices (MCV, MCH, MCHC). The age-dependent changes in these parameters are critically important for clinical evaluation and disease management in neonatal calves. At birth, RBC count, HGB, and

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

HCT values are elevated, gradually decreasing over the first few days. Within the first 6 hours postpartum, RBC count ranges between approximately 8.3-8.5 × 10^6/μL, HGB between 11.5–12.5 g/dL, and HCT within 37-39%. However, these values decline during the first week, reaching RBC counts of 6.6-7.89 × 10^6/μL, HGB levels of 8.8-10.7 g/dL, and HCT values of 24.8-34.4% by day seven. Erythrocyte indices (MCV, MCH, MCHC) also exhibit notable changes during this period, reflecting the hematopoietic adaptation processes in calves. Partial stabilization of these values occurs during the second and third weeks, with mild sex-based differences observed by day 30. For instance, RBC counts are 9.62 × 10^6/μL in female calves compared to 9.20 × 10^6/μL in males. In conclusion, these reference ranges provide valuable information for veterinarians and researchers in evaluating normal hematological profiles in neonatal calves and diagnosing and managing conditions such as anemia and infections. These findings serve as an essential guide to support healthy growth and development in calves.

Keywords: Calf, erythrocyte, hematocrit, neonatal, reference range.

5. GİRİŞ

Buzağıların, özellikle süt sığırcılığı için yetiştirilenlerin bakımı uzun vadeli bir yatırımdır. Bu genellikle yetiştirme döneminin çiftlik için bir gider olarak görülmesine ve maliyetlerinin mümkün olduğunca düşürülmesi gerektiği anlamına gelir. Ancak, bu yanlış bir bakış açısıdır, çünkü yetiştirme dönemi, çiftliğin sağlıklı ve üretken bir hayvan üretebileceği bir yatırım zamanı olarak görülmelidir, aynı zamanda hem zaman hem kaynak hem de para açısından verimli olmalıdır. Çiftliğin mevcut yönetim sisteminin etkinliği, morbidite, mortalite ve buzağı büyüme oranları gibi faktörlerin izlenmesiyle değerlendirilebilir. Büyüme oranları, buzağı sağlığının gerçek zamanlı bir göstergesi olabilir ve ayrıca bir buzağıyı sütten kesme kararı verilmeden önce ne kadar iyi büyüdüğünü bilmek de önemlidir. Sütten kesme, bir buzağı için stresli bir dönemdir, ancak ruminantlara geçişi ve dolayısıyla yönetimlerinde bir değişikliği işaret eder. Sütten kesmeyi doğru yapmak, sıvıdan katı yem geçişini sorunsuz hale getirmek ve buzağının büyüme oranlarını mümkün olan en verimli şekilde sürdürmesine izin vermek için önemlidir. Buzağıların sağlığını korumak, refah ve üretkenliğini tehlikeye atılmamasını sağlamanın yanı sıra yetiştirme sürecini mümkün olduğunca basit ve stressiz tutmak için önemlidir (Mahendran, 2021).

Sağlıklı buzağılar hem ekonomik hem de hayvan refahı açısından başarılı bir sığır üretim sisteminin temelini oluşturur. Veteriner hekim masraflarının artmasına ve ölüm oranlarının artmasına ek olarak, bir buzağının yaşamının ilk aylarındaki hastalığın ortalama günlük canlı ağırlık artışını azalttığı ve daha sonraki yaşamda hastalık riskini artırdığı bulunmuştur (Gulliksen vd., 2009; Virtala vd., 1996).

Bu bildiride amaç, neonatal süreçteki sağlıklı buzağılarda eritrogram parametrelerindeki referans aralıkların derlenmesidir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

6. NEONATAL BUZAĞILARDA ERİTROGRAM

Sığır eritrositlerinin çapı, diğer türlere göre daha küçük olup, ortalama 5-6 µm arasında değişmektedir. Eritrositlerin temel işlevi, bünyelerinde bulunan hemoglobin aracılığıyla oksijen taşımaktır. Eritropoez, yani eritrosit üretimi, yaklaşık 5 gün süren bir süreçtir ve bu süreç, eritropoietin hormonu tarafından uyarılarak kemik iliği parankiminde gerçekleşir. Bu üretim süreci, vücudun oksijen ihtiyacını karşılamak için düzenlenmiş karmaşık bir biyolojik mekanizmayı temsil eder. Sığır eritrositleri, memeliler arasında nispeten uzun bir yaşam süresine sahiptir; bu süre, yaklaşık 130 ile 160 gün arasında değişmektedir. Eritrositlerin uzun ömürlü olması, sığırların metabolik ihtiyaçlarını karşılamak ve dolaşım sistemi içindeki oksijen taşıma kapasitesini sürdürülebilir kılmak için önemlidir. Eritrositlerin bu dayanıklılığı hem hücresel yapılarına hem de sığırların fizyolojik adaptasyonlarına bağlanabilir (Brockus, 2011; Wood, 2022).

Eritrosit (RBC) sayımı, hematolojik analizlerde temel bir parametre olup, genellikle toplam eritrosit sayısının yanı sıra hematokrit (HCT), hemoglobin (HGB), eritrosit indeksleri ve eritrosit dağılım genişliği (RDW) ölçümlerini içerir. Bu parametreler, eritrositlerin sayısı, boyutu, hemoglobin içeriği ve dağılımını değerlendirerek kanın oksijen taşıma kapasitesine ilişkin önemli bilgiler sunar. Eritrosit indeksleri, kanın morfolojik ve fonksiyonel özelliklerini değerlendirmek için kritik öneme sahiptir. Bu indeksler arasında ortalama korpüsküler hacim (MCV), tek bir eritrositin ortalama büyüklüğünü; ortalama korpüsküler hemoglobin (MCH), her bir eritrosit içindeki hemoglobin miktarını; ortalama korpüsküler hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) ise eritrosit içerisindeki hemoglobinin yoğunluğunu gösterir. Bu değerler, anemi gibi hastalıkların türünü ve nedenini belirlemede temel bilgiler sağlar. RDW, eritrositlerin boyutundaki değişkenliği ölçer ve farklı boyutlardaki hücrelerin kanda mevcut olduğunu gösterir. RDW'nin artışı, çoğunlukla anemilerle ilişkilendirilir ve eritrosit üretimindeki düzensizlikleri yansıtır. Tüm bu parametrelerin birlikte değerlendirilmesi, kan hastalıklarının teşhisi ve yönetiminde kritik bir rol oynar ve veteriner hekimlik dahil olmak üzere birçok tıbbi disiplin için vazgeçilmez bir araçtır (Brockus, 2011; Roland vd., 2014).

Rejeneratif aneminin temel nedenleri genellikle kanama veya hemoliz gibi süreçlerle ilişkilidir. Akut kan kaybı durumunda, başlangıçta eritrosit parametreleri normal referans aralıklarında kalır. Bunun nedeni, kaybedilen kanın hücresel ve plazma bileşenlerinin eşit oranlarda eksilmesidir. Ancak, kısa süre sonra vücut, kan damarlarında kaybolan sıvıyı interstisyel sıvılardan tamamlamaya başlar. Bu sıvı değişimi, dolaşımdaki kanı seyreltir ve HCT, RBC ve HGB düzeylerinde düşüşe neden olur. Bu değişiklikler genellikle kan kaybından sonraki birkaç saat içinde tespit edilebilir. (Brockus, 2011; Roland vd., 2014).

Kronik kanama durumunda, RBC, HCT ve HGB değerlerinde belirgin bir azalma gözlenir. Buna karşılık, vücut kan kaybını telafi etmeye çalışırken retikülosit sayısı ve MCV artar. Ancak, ruminantlarda anemiye karşı verilen yanıt, diğer türlere göre daha sınırlıdır ve retikülosit seviyelerindeki artış genellikle orta düzeyde kalır. Kronik kan kaybının devam etmesi ve kemik iliğinin rejeneratif kapasitesinin tükenmesi durumunda, anemi rejeneratif olmayan bir hale dönüşebilir ve tedavi gerektiren ciddi bir klinik tablo ortaya çıkar. Kronik kan

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

kaybının başlıca nedenleri arasında travma, abomasum ülserleri, hemorajik enterit, vena kava sendromu, kan emici parazitler (örneğin, *Haemonchus* spp., bit veya keneler), hemostaz bozuklukları ve damar erozyonu veya yırtılmaları bulunur. Bu durumlar özellikle ruminantlarda yaygın olarak gözlemlenir ve dikkatli bir tanı süreci gerektirir (Brockus, 2011; Gold, 2022; Roland vd., 2014).

Nonrejeneratif anemi, eritrosit üretiminde azalma veya kemik iliği yetersizliği ile karakterizedir ve genellikle farklı eritrosit morfolojileriyle ilişkilidir. Bu durum, normokromik-normositik, normokromik-makrositik veya hipokromik-mikrositik kombinasyonlar halinde gözlemlenir ve altta yatan nedenlere göre değişir. Normokromik-normositik anemi, çoğunlukla kronik inflamasyon, böbrek yetmezliği, endokrin bozukluklar (örneğin hipotiroidizm), kemik iliği depresyonu, kloramfenikol gibi miyelosupresif ilaçların kullanımı, kurşun zehirlenmesi, apseler ve neoplazi gibi durumlarda gelişir. Bu form, aneminin altta yatan hastalık kaynaklı olduğu durumlarda sıklıkla karşımıza çıkar. Normokromik-makrositik anemi, eritrositlerin normalden daha büyük olduğu, ancak hemoglobin içeriğinin değişmediği bir durumu ifade eder. Bu form, B_{12} vitamini, folik asit veya kobalt eksikliklerinden kaynaklanır. Bu durum özellikle ruminantlarda kobalt eksikliği nedeniyle ortaya çıkan sendromlarla ilişkilendirilebilir. Hipokromik-mikrositik anemi, eritrositlerin normalden küçük ve hemoglobin içeriklerinin azaldığı bir durumdur. Bu tip anemi, genellikle kronik kan kaybı veya demir eksikliği ile ilişkilendirilir. Ayrıca bakır ve piridoksin (B_6 vitamini) eksiklikleri veya kurşun toksisitesinde mikrosit oluşumu gözlemlenebilir. Bu nedenle, hipokromik-mikrositik aneminin doğru bir şekilde tanımlanması, spesifik bir besin veya toksik ajan eksikliğinin belirlenmesine yardımcı olabilir (Brockus, 2011; Grzelak & Fry, 2022; Jones & Allison, 2007).

Polisitemi, artan RBC, HCT ve/veya HGB değerlerini tanımlar ve göreceli (dehidrasyonda plazma hacmi azalması veya dalak kasılması ile) ve mutlak (eritrosit artışıyla) olarak ikiye ayrılır. Polisitemia vera, kök hücrelerin otonom proliferasyonuna bağlı bir miyeloproliferatif bozukluktur. Sekonder polisitemi, artan eritropoietin üretiminden kaynaklanır ve hipoksik koşullar, yüksek rakım veya pulmoner-kardiyak sorunlardan tetiklenebilir (Brockus, 2011; Jones & Allison, 2007; Roland vd., 2014).

Eritrosit dağılım genişliği (RDW), eritrositlerin hacim dağılımındaki varyasyon katsayısını temsil eden bir parametredir ve anizositozun (eritrosit boyutlarındaki değişkenlik) bir göstergesi olarak kullanılır. RDW'nin artışı, genellikle eritrosit boyutlarının homojen olmadığını ve altta yatan hematolojik bir bozukluk olabileceğini işaret eder. Bu artış, en sık demir eksikliği anemisi veya makrositik-mikrositik anemiler gibi kompleks durumlarla ilişkilendirilir. Özellikle iz mineral eksiklikleri, RDW değerlerinde dikkat çekici değişimlere yol açabilir (Brun-Hansen vd., 2006; Erkilic vd., 2016; Kincaid, 2000; Plate, 2023). Ruminantların eritrositleri, diğer türlerden daha küçük boyutlara sahiptir ve bu durum, otomatik analiz cihazlarının doğru kalibrasyonu yapılmadığında sığır kanı için yanıltıcı düşük RBC sayımlarına neden olabilir. Özellikle, bu cihazlar ruminantların özel hücresel özelliklerini dikkate almadığında, doğru sonuçlar elde etmek zorlaşabilir. Ayrıca, RBC parametreleri ve indekslerinde görülen sapmalar, çeşitli teknik hatalardan kaynaklanabilir. Örneğin, in vitro

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

hemoliz, eritrositlerin büzülmesine veya seyrelmesine yol açarak parametrelerde yanlış okumalar oluşturabilir (Jones & Allison, 2007; Roland vd., 2014).

Neonatal süreçteki buzağılarda yapılmış çalışmalardan elde edilen eritrogram referans aralıkları Tablo 1-5'de verilmiştir.

Tablo 1. Sağlıklı 0-7 günlük dişi ve erkek Simental buzağılarda eritrogram parametrelerinin ortalama ve standart hataları (Batı vd., 2024)

Parametre	Dişi (n=10)	Erkek (n=10)
RBC (m/mm^3)	9.62 ± 0.44	9.20 ± 0.57
MCV (fl)	41.02 ± 0.92	39.49 ± 1.5
HCT (%)	39.5 ± 2.14	36.5 ± 2.84
MCH (pg)	12.16 ± 0.59	12.11 ± 0.71
MCHC (g/dL)	29.96 ± 1.75	30.82 ± 1.47
HBG (g/dL)	11.54 ± 0.24	11.01 ± 0.65

RBC: Eritrositler, HGB: Hemoglobin, HCT: Hematokrit, MCV: Ortalama korpüsküler hacim, MCH: Ortalama korpüsküler hemoglobin, MCHC: Ortalama korpüsküler hemoglobin konsantrasyonu.

Tablo 2: Sağlıklı 0-10 günlük neonatal buzağılarda (n=20) eritrogram değerleri (Akyüz vd., 2022).

Değişkenler	Ortalama ± Standart hata	En düşük-En yüksek
Eritrosit sayısı (x10^6/µL)	7.84 ± 0.27	6.46-9.51
Ortalama eritrosit hacmi (fL)	43.90 ± 0.91	35.90-47.70
Hematokrit (%)	37.15 ± 2.04	23.10-47.10
Hemoglobin (g/dL)	9.80 ± 0.42	6.80-11.70

Tablo 3: Sağlıklı 1-9 günlük Holstein buzağılarda (n=254) eritrogram parametrelerinin tanımlayıcı istatistikleri (Panousis vd., 2018).

Parametreler	Ortalama	SD	Median	Min	Max
RBC (× 10^{12}/L)	7.65	1.38	7.55	4.46	11.90
HCT (L/L)	0.272	0.056	0.263	0.124	0.428
HGB (g/L)	96.1	20.1	95.0	43.0	154.0
MCV (fL)	35.5	3.2	35.74	23.8	46.1
MCH (× 10^{-12} g)	12.5	1.0	12.6	8.3	15.6
MCHC (g/L)	353.1	15.8	355.0	290.0	384.0
RDW (%)	21.3	2.3	20.8	17.2	35.4

RBC: Eritrosit sayısı; HCT: Hematokrit; HGB: Hemoglobin konsantrasyonu; MCV: Ortalama eritrosit hacmi; MCH: Ortalama eritrosit hemoglobini; MCHC: Ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu; RDW: Eritrosit dağılım genişliği; SD: Standart sapma, Min: En küçük, Max: En büyük.

Tablo 4. Sağlıklı 1-30 günlük buzağıların (n=10) eritrogram bulguları (Beydilli & Gökce, 2019)

Parametreler	Ortalama ± Standart sapma
Eritrosit (%)	58.34 ± 14.10
Eritrosit (x10^{12}/L)	8.19 ± 1.08
Hemoglobin (g/dL)	8.14 ± 1.08
Hematokrit (%)	28.01 ± 3.45
Eritrosit ortalama çapı (fl)	34.2 ± 2.65

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Ort. eritrosit hemoglobini (pg)	9.96 ± 0.59
Ort. eritrosit hemoglobin konsantrasyon (g/dL)	29.06 ± 1.16
Eritrosit dağılım hacmi (%)	27.54 ± 2.17

Tablo 5: Neonatal süreçte buzağılarda eritrogram parametrelerinin günlere göre değişimi

Yaş (gün)	RBC (× 10^6/µL)	HGB (g/dL)	HCT (%)	MCV (fL)	MCH (pg)	MCHC (g/dL)	Kaynak
0-6*	8.3 ± 1.4	11.5 ± 2.5	37.3 ± 7.2	45.4 ± 3.6	13.8 ± 1.6	30.5 ± 2.4	Novo vd., 2015
0	8.5 ± 1.3	12.5 ± 2.3	39 ± 6	46 ± 1	14.5 ± 1.3	32 ± 2	Baccili vd., 2018
1-2	7.1 ± 1.2	9.8 ± 1.9	30.2 ± 6.0	42.6 ± 3.0	13.8 ± 1.2	32.4 ± 2.2	Novo vd., 2015
1-2	6.5 ± 0.2	8.9 ± 0.4	25.8 ± 1.1	39.4 ± 0.8	13.8 ± 0.3	34.9 ± 0.2	Khaleghnia vd., 2021
2	7.2 ± 1.3	10.5 ± 1.9	31 ± 5	43 ± 1	14.5 ± 0.7	33 ± 2	Baccili vd., 2018
3	7.61	10.10	33.60	44.0	-	30.1	Santos vd., 2023
3-4	7.2 ± 1.2	9.7 ± 2.4	30.1 ± 5.9	41.5 ± 2.8	13.5 ± 1.5	32.5 ± 3.0	Novo vd., 2015
4	6.8 ± 1.4	10.0 ± 1.8	30 ± 4	42 ± 2	13.8 ± 1.7	33 ± 4	Baccili vd., 2018
5-6	7.2 ± 1.4	9.8 ± 1.8	30.0 ± 5.5	41.2 ± 2.4	13.0 ± 2.2	31.6 ± 4.6	Novo vd., 2015
6	7.1 ± 1.4	9.3 ± 2.5	30 ± 4	42 ± 2	13.2 ± 3.0	31 ± 8	Baccili vd., 2018
7	7.9 ± 1.0	10.7 ± 1.3	34.4 ± 1.0	43.7 ± 0.6	-	31.0 ± 1.0	Santos vd., 2023
7	6.6 ± 0.3	8.8 ± 0.4	24.8 ± 1.3	37.5 ± 0.6	13.4 ± 0.2	35.7 ± 0.3	Khaleghnia vd., 2021
7-8	7.5 ± 1.6	10.1 ± 1.8	31.5 ± 5.7	41.4 ± 2.2	13.0 ± 1.3	31.6 ± 3.1	Novo vd., 2015
8	7.5 ± 1.2	10.2 ± 1.3	31 ± 4	41 ± 1	13.5 ± 0.9	33 ± 4	Baccili vd., 2018
9-10	7.7 ± 1.3	10.1 ± 1.6	31.8 ± 4.8	41.2 ± 2.0	13.0 ± 1.0	31.7 ± 2.3	Novo vd., 2015
10	7.7 ± 1.1	9.7 ± 1.6	31 ± 4	41 ± 2	13.3 ± 1.1	33 ± 3	Baccili vd., 2018
14	8.15 ± 1.1	10.8 ± 1.0	34.8 ± 1.0	42.3 ± 0.6	-	31.0 ± 1.0	Santos vd., 2023
14	6.9 ± 0.2	8.7 ± 0.4	24.4 ± 1.2	35.0 ± 0.6	12.6 ± 0.2	36.0 ± 0.4	Khaleghnia vd., 2021
15	8.2 ± 1.3	10.4 ± 1.5	33.0 ± 5.2	39.7 ± 2.7	13.0 ± 3.6	32.6 ± 9.5	Novo vd., 2015
15	8.5 ± 1.2	10.0 ± 1.6	33 ± 3	40 ± 3	12.1 ± 1.8	31 ± 5	Baccili vd., 2018
21	7.4 ± 0.2	8.7 ± 0.3	25.0 ± 1.1	33.6 ± 0.6	11.7 ± 0.2	35.0 ± 0.3	Khaleghnia vd., 2021
28	7.97 ± 0.8	8.9 ± 1.0	28.8 ± 1.0	36.0 ± 1.1	-	31.0 ± 0.6	Santos vd., 2023
28	7.55 ± 0.2	8.5 ± 0.3	24.5 ± 1.0	32.1 ± 0.8	11.3 ± 0.2	34.9 ± 0.3	Khaleghnia vd., 2021
30	9.7 ± 1.9	10.9 ± 1.9	35.1 ± 7.2	36.4 ± 1.6	11.3 ± 0.8	31.0 ± 2.0	Novo vd., 2015
30	10 ± 1.4	11.1 ± 1.6	36 ± 6	37 ± 3	11.7 ± 1.2	31 ± 3.0	Baccili vd., 2018
30	9.7 ± 1.9	10.9 ± 1.9	35.1 ± 7.2	36.4 ± 1.6	11.3 ± 0.8	31.0 ± 2.0	Novo vd., 2015

*: Saat, RBC: Eritrositler, HGB: Hemoglobin, HCT: Hematokrit, MCV: Ortalama korpüsküler hacim, MCH: Ortalama korpüsküler hemoglobin, MCHC: Ortalama korpüsküler hemoglobin konsantrasyonu.

7. SONUÇ

Bu bildiride neonatal buzağılarda eritrogram parametrelerinin referans aralıkları derlenmiş ve neonatal dönemdeki hematolojik özellikler daha iyi anlaşılmaya çalışılmıştır. Elde edilen veriler, buzağılarda eritrosit sayısı, hemoglobin ve hematokrit gibi parametrelerin zamanla değişen değerlerini göstermektedir. Bu bulgular, neonatal buzağılarda kan parametrelerinin yaşa bağlı olarak farklılık gösterdiğini ve bu değişimlerin klinik olarak izlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Neonatal dönemde eritrogram parametrelerindeki bu varyasyonlar, buzağı sağlığı ve bakımında dikkat edilmesi gereken önemli faktörler olarak kabul edilmelidir. Sonuç olarak, neonatal buzağılarda eritrogram parametrelerine dair bu

referans aralıkları, veteriner hekimlerin ve araştırmacıların klinik değerlendirmelerde ve hastalık yönetiminde kullanabilecekleri değerli bilgiler sunmaktadır.

8. KAYNAKÇA

Akyüz, E., Sezer, M., Kuru, M., & Naseri, A. (2022). Changes in hematology, some clinical biochemical parameters and mineral levels in neonatal calves with sepsis due to diarrhea. *Van Veterinary Journal*, *33*(1), 26-30. https://doi.org/10.36483/vanvetj.1066050

Baccili, C. C., Oliveira, S. M. F. N. de, Costa, J. F. R., Massoco, C. O., Pozzi, C. R., & Gomes, V. (2018). Hematological and immunological development from birth to six months of age in Holstein calves. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, *70*(6), 1823-1832. https://doi.org/10.1590/1678-4162-9416

Batı, Y. U., Sezer, M., Akyüz, E., Kuru, M., & Kırmızıgül, A. H. (2024). Evaluation of physical examination, hematology and biochemical parameter findings in healthy neonatal calves of Simmental breed according to sex. Içinde S. Kutlu Horvath (Ed.), *11th International May 19 Innovative Scientific Approaches Congress* (ss. 483-489). IKSAD Publications.

Beydilli, Y., & Gökce, H. İ. (2019). Sepsisli neonatal buzağılarda bazı hematolojik ve biyokimyasal parametrelerin araştırılması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *7*(2), 55-67. https://doi.org/10.24998/maeusabed.617316

Brockus, C. W. (2011). Erythrocytes. Içinde K. S. Latimer (Ed.), *Duncan and Prasse's Veterinary Laboratory Medicine* (5th Edition, Sayı Ed.5, ss. 3-44). Wiley-Blackwell.

Brun-Hansen, H. C., Kampen, A. H., & Lund, A. (2006). Hematologic values in calves during the first 6 months of life. *Veterinary Clinical Pathology*, *35*(2), 182-187. https://doi.org/10.1111/J.1939-165X.2006.TB00111.X

Erkilic, E. E., Erdogan, H. M., Ogun, M., Kirmizigul, A. H., Gokce, E., Kuru, M., & Kukurt, A. (2016). Relationship between hepcidin and oxidant/antioxidant status in calves with suspected neonatal septicemia. *Veterinary World*, *9*(11), 1238-1241. https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.1238-1241

Gold, J. R. (2022). Immune-mediated anemia in ruminants and horses. Içinde M. B. Brooks, K. E. Harr, D. M. Seelig, K. J. Wardrop, & D. J. Weiss (Ed.), *Schalm's Veterinary Hematology* (7th Editon, ss. 300-306). John Wiley & Sons. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781119500537.ch37

Grzelak, A. K., & Fry, M. M. (2022). Anemia of inflammatory, neoplastic, renal, and endocrine diseases. Içinde M. B. Brooks, K. E. Harr, D. M. Seelig, K. J. Wardrop, & D. J. Weiss (Ed.), *Schalm's Veterinary Hematology* (7th Edition, ss. 313-317). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781119500537.ch39

Gulliksen, S. M., Lie, K. I., & Østerås, O. (2009). Calf health monitoring in Norwegian dairy herds. *Journal of Dairy Science*, *92*(4), 1660-1669. https://doi.org/10.3168/JDS.2008-1518

Jones, M. L., & Allison, R. W. (2007). Evaluation of the ruminant complete blood cell count. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, *23*(3), 377-402. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.07.002

Khaleghnia, N., Mohri, M., & Seifi, H. A. (2021). The effects of parenteral iron administration on thyroid hormones, hematology, oxidative stress characteristics, performance, and health in neonatal Holstein calves. *Biological Trace Element Research*, *199*(5), 1823-1832. https://doi.org/10.1007/s12011-020-02293-7

Kincaid, R. L. (2000). Assessment of trace mineral status of ruminants: A review. *Journal of Animal Science*, *77*(suppl_E), 1-10. https://doi.org/10.2527/JAS2000.77E-SUPPL1X

Mahendran, S. (2021). *Handbook of Calf Health and Management: A Guide to Best Practice Care for Calves* (First). 5M Books.

Novo, S. M. F., Freitas, R. L., Silva, C. P. da C. e, Baldacim, V. A. P., Baccili, C. C., Reis, J. F. dos, Hagiwara, M. K., & Gomes, V. (2015). Hematological adaptation in Holstein calves during the neonatal period. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, *52*(3), 212-216. https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.v52i3p212-216

Panousis, N., Siachos, N., Kitkas, G., Kalaitzakis, E., Kritsepi-Konstantinou, M., & Valergakis, G. E. (2018). Hematology reference intervals for neonatal Holstein calves. *Research in Veterinary Science*, *118*, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.01.002

Plate, P. (2023). Iron-deficiency anaemia in calves and lambs. *Livestock*, *28*(1), 19-22. https://doi.org/10.12968/live.2023.28.1.19

Roland, L., Drillich, M., & Iwersen, M. (2014). Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, *26*(5), 592-598. https://doi.org/10.1177/1040638714546490

Santos, F. C. R., Santarosa, B. P., Dal Más, F. E., Silva, K. N., Guirro, E. C. B. P., & Gomes, V. (2023). Clinical physiological parameters of Holstein calves in the first month of life. *Animal - Open Space*, *2*, 100036. https://doi.org/10.1016/j.anopes.2022.100036

Virtala, A. M. K., Mechor, G. D., Gröhn, Y. T., & Erb, H. N. (1996). The Effect of Calfhood Diseases on Growth of Female Dairy Calves During the First 3 Months of Life in New York State. *Journal of Dairy Science*, *79*(6), 1040-1049. https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(96)76457-3

Wood, R. D. (2022). Hematology of bovids. Içinde M. B. Brooks, K. E. Harr, D. M. Seelig, K. J. Wardrop, & D. J. Weiss (Ed.), *Schalm's Veterinary Hematology* (7th Edition, ss. 1004-1011). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781119500537.ch111

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

BUZAĞILARDA KALSİYUM VE FOSFOR DEĞİŞİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Mustafa MAKAV
Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı
mustafamakav@gmail.com- 0000-0003-1879-8180

Doç. Dr. Mushap KURU
Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı
mushapkuru@hotmail.com- 0000-0003-4409-251X

ÖZET

Kalsiyum ve fosfor, buzağılarda büyüme ve gelişim için kritik öneme sahip iki temel mineraldir. Bu minerallerin dengesi, buzağılarda sağlıklı bir metabolizma ve genel sağlık durumu için gereklidir. Kalsiyum, kemik gelişimi, sinir iletimi ve kas fonksiyonları için gerekli iken, fosfor enerji metabolizmasında ve hücresel işlevlerde önemli bir rol oynar.

Buzağılarda kalsiyum ve fosfor seviyeleri, beslenme düzeni ve özellikle süt ve kolostrum alımı ile doğrudan ilişkilidir. Kolostrum, yüksek mineral içeriği ile bilinir ve buzağılara doğumdan sonraki ilk günlerde sağlanan bu besin, serum kalsiyum ve fosfor seviyelerini artırmada önemli bir rol oynar. Örneğin, yapılan çalışmalarda kolostrumun zengin mineral içeriği sayesinde, buzağılarda serum fosfor seviyelerinin arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, kalsiyum ve fosforun yeterli alımı, buzağılarda hipokalsemi ve diğer mineral eksikliklerinin önlenmesine yardımcı olur.

Kalsiyum ve fosforun metabolizması, buzağılarda büyüme performansını etkileyen birçok faktörden biridir. Araştırmalar, kalsiyum tuzlarının ve fosfor kaynaklarının diyetle takviyesinin, buzağılarda büyüme performansını artırdığını göstermektedir. Örneğin, kalsiyum ve fosfor seviyelerinin dengeli bir şekilde sağlanması, buzağılarda kas gelişimini ve genel sağlık durumunu iyileştirmektedir. Bununla birlikte, kalsiyum ve fosfor dengesizliği, raşitizm gibi kemik hastalıklarına yol açabilir.

Ayrıca, buzağılarda kalsiyum ve fosfor metabolizmasını etkileyen hormonal faktörler de bulunmaktadır. Paratiroid hormonu (PTH), kalsiyum seviyelerini düzenlemede önemli bir rol

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

oynar; doğumdan önce ve sonra PTH seviyelerinin artması, kalsiyumun kemiklerden salınımını teşvik eder. Bu durum, buzağılarda hipokalsemi riskini azaltır ve mineral dengesinin korunmasına yardımcı olur.

Sonuç olarak, buzağılarda kalsiyum ve fosfor ilişkisi, beslenme, hormonlar ve metabolizma arasındaki karmaşık etkileşimlerle şekillenir. Bu minerallerin dengeli alımı, buzağılarda sağlıklı büyüme ve gelişim için kritik öneme sahiptir. Yeterli kolostrum alımı, mineral takviyeleri ve hormonal denge, bu süreçte önemli rol oynamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kalsiyum, Fosfor, Buzağı

GİRİŞ

Kalsiyum ve fosfat, buzağıların beslenmesinde ve sağlığında temel mineraller olup kemik gelişimi, metabolik fonksiyonlar ve genel fizyolojik refahta kritik rol oynar. Bu minerallerin serum seviyeleri, buzağıların besin alımına, yaşına ve sağlık durumuna bağlı olarak önemli ölçüde değişebilir.

Araştırmalar, buzağılardaki serum kalsiyum seviyelerinin, diyet bileşimi ve besin alımının zamanlaması dahil olmak üzere çeşitli faktörlerden etkilendiğini göstermektedir. Neonatal manda buzağılarında serum kalsiyum seviyelerinin kolostrum alımından sonra önemli bir artış gösterdiğini bildirerek, optimal mineral durumu için erken besin sağlanmasının önemini vurgulamıştır (Souza, 2019). Ayrıca El-Maghraby ve Mahmoud (2021), yenidoğan buzağılarda hipozinkeminin serum kalsiyum seviyelerinde önemli düşüşle ilişkili olduğunu tespit ederek mineral dengesizliklerinin kalsiyum metabolizmasını olumsuz etkileyebileceğini öne sürmüştür. Bu ilişki, kalsiyum homeostazının korunmasında çeşitli minerallerin birbirine bağlı olduğunun altını çizmektedir.

Buzağılardaki fosfat seviyeleri de kalsiyum metabolizmasıyla yakından bağlantılı olduğu için kritik öneme sahiptir. Kalsiyum ve fosfat seviyelerinin, bu minerallerin böbreklerde yeniden emilimini kolaylaştıran ve onları kemiklerden harekete geçiren paratiroid hormonu (PTH) tarafından düzenlendiği bilinmektedir (Widhyari ve ark. 2018; Safwate & Bakr, 2015). Rasyon hazırlamada buzağılarda büyüme ve gelişme için hayati önem taşıyan kalsiyum ve fosfat dahil plazma metabolitlerini etkileyebileceğini belirtmiştir (Ferreira ve Bittar, 2011). Ayrıca, D vitamini kalsiyum ve fosfatın diyetten emiliminde çok önemli bir rol oynar; D vitamini eksikliği durumunda diyetle alınan kalsiyum ve fosforun yalnızca bir kısmının emildiğini, D vitamini eksiklikleri düşük emilim oranlarına yol açabilir (Ligomina, 2023).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Kalsiyum ve fosfat arasındaki etkileşim patolojik durumlarda da belirgindir. Gazi ve ark. (2015) yapmıl oldukları çalışmada, buzağılarda ürolitiyazisin kan kalsiyum ve fosfat seviyelerinde önemli değişimlerle ilişkili olduğunu vurgulayarak, diyet fazlalıklarının veya dengesizliklerinin klinik sorunlara yol açabileceğini göstermiştir. Bu durum, kalsiyum ve fosfor takviyesinin otlayan hayvanlarda üreme verimliliğini olumlu yönde etkilediğini gösteren Zhou ve arkadaşlarının bulgularıyla da desteklenmektedir; bu da yeterli mineral seviyelerinin optimum fizyolojik işlevler için çok önemli olduğunu düşündürmektedir (Zhou ve ark., 2021).

İnorganik fosfat (İP)

İnorganik fosfat, buzağıların büyüme ve gelişmesinde, özellikle kemik oluşumu ve metabolik süreçlerle ilgili olarak çok önemli bir rol oynar. Kandaki inorganik fosfat konsantrasyonu beslenme, yaş ve genel sağlık durumu gibi çeşitli faktörlerden etkilenir.

Araştırmalar, buzağıların yetişkin sığırlara kıyasla tipik olarak daha yüksek serum inorganik fosfat seviyelerine sahip olduğunu göstermiştir. Buzağıların kanındaki daha yüksek fosfat konsantrasyonunun, büyüdükçe kemik birikimi ve yoğunluğu için fizyolojik ihtiyaçlarını yansıttığını belirtilmiştir (Zimpel ve ark., 2021). Bu, özellikle hızlı büyümenin gerçekleştiği ve uygun iskelet gelişimi için yeterli fosfat seviyelerinin gerekli olduğu yaşamın erken dönemlerinde önemlidir.

Rasyon ile alım, serum inorganik fosfat seviyelerini önemli ölçüde etkiler. Yemdeki fosfor içeriği, buzağılarda fosfat mevcudiyetinin kritik bir belirleyicisidir. Rasyondaki fosfor seviyeleri metabolik dengeyi korumak ve büyümeyi desteklemek için gerekli olan serum fosfat konsantrasyonlarını etkileyebileceğini vurgulamıştır (Kamr ve ark., 2018). Yeterli fosfor alımı, adenozin trifosfat (ATP) ve diğer metabolik yolların önemli bir bileşeni olduğu için enerji metabolizması için hayati önem taşır.

İnorganik fosfat seviyelerinin düzenlenmesi hormonal kontrolle yakından bağlantılıdır. Fibroblast büyüme faktörü 23 (FGF23) fosfat homeostazında önemli rol oynayan bir hormondur. Renal fosfat geri emilimini inhibe eder ve fosfat atılımını teşvik eder, böylece serum fosfat seviyelerini düzenler (Otani et al., 2008). Bu düzenleyici mekanizma, metabolik asidoz gibi durumlarda ortaya çıkabilen hiperfosfatemiyi önlemek için çok önemlidir (Trefz ve ark., 2013). Buzağılarda, metabolik bozukluklar yüksek fosfat seviyelerine yol açabilir ve bu da genel sağlık üzerinde etkileri olabilir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Genç buzağılar, kemik mineralizasyonu için artan ihtiyaçları nedeniyle daha yüksek fosfat seviyelerine sahip olma eğilimindedir. Buzağılar olgunlaştıkça, fosfat gereksinimleri değişebilir ve yeterli alımın sağlanması için diyet formülasyonlarında ayarlamalar yapılması gerekebilir (Zimpel ve ark., 2021). Buzağılarda normal plazma İP konsantrasyonu 1.3-1.9 mmol/L ve yetişkin sığırlarda 1.0-1.5 mmol/L olmalıdır (Underwood & Suttle, 2001). Kraft and Dürr (1999a) buzağı serumunda biraz daha yüksek değerler olduğunu iddia etmiştir; 2 aylık yaşa kadar 2.6- 3.5 mmol/L, 2 ila 6 ay arasında 2.5-3.1 mmol/L ve 12 ila 18 ay arasında 1.6-2.3 mmol/L konsantrasyonlarda yetişkin hayvanların seviyesinde olduğunu bildirmiştir.

Ayrıca, inorganik fosfat ile kalsiyum gibi diğer mineraller arasındaki ilişki kemik sağlığının korunması için çok önemlidir. Kalsiyum ve inorganik fosfat arasındaki ilişki, kemik sağlığının korunmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu iki mineralin dengesi, özellikle genç buzağılarda metabolik bozuklukların önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Kalsiyum ve fosfat, kemik matrisinin ana bileşenleri olarak, kemik oluşumunu ve yeniden şekillenmesini destekler (Jiang et al., 2018). Bunun yanı sıra, kalsiyum ve fosfatın dengeli bir şekilde alınması, osteoblastların aktivitesini artırarak kemik oluşumunu teşvik ederken, osteoklastların aktivitesini inhibe edebilir (Dewi et al., 2012).

Kalsiyum

Kalsiyum, buzağıların büyümesi ve gelişmesi için hayati bir mineraldir ve kemik oluşumu, kas fonksiyonu ve metabolik düzenleme dahil olmak üzere çeşitli fizyolojik süreçlerde önemli bir rol oynar. Kandaki kalsiyum konsantrasyonu, özellikle sütten kesme ve emzirme gibi kritik dönemlerde homeostazın korunması için gereklidir.

Kalsiyumun fosfor ve diğer minerallerle birlikte, iskelet büyümesi için kritik bir dönem olan buzağı evresinde kemik gelişimi için gerekli olduğu vurgulanmıştır (Wang ve ark., 2022). Yetersiz kalsiyum alımı, yetersiz mineralizasyon nedeniyle zayıf veya yumuşak kemiklerle karakterize edilen raşitizm de dahil olmak üzere gelişimsel sorunlara yol açabilir (Ligomina, 2023).

Buzağılarda kalsiyum seviyelerinin düzenlenmesi diyet faktörlerinden etkilenir. Lean ve ark. (2006), rasyon katyon-anyon farkının kalsiyum metabolizmasını nasıl etkileyebileceğini tartışmış ve rasyondaki yüksek kalsiyum konsantrasyonlarının kalsiyum emilimini artırarak düşük katyon-anyon farkına karşı koyabileceğini öne sürmüştür (Lean ve ark., 2006). Bu,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

eksiklikleri önlemek için büyüyen buzağıların kalsiyum gereksinimlerini karşılayan rasyonun formüle edilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Kalsiyum homeostazı, özellikle paratiroid hormonu (PTH) ve D vitamini mekanizmalarıyla düzenlenir. PTH, kalsiyumun kemikten mobilize edilmesinde ve kalsiyumun renal geri emiliminin arttırılmasında önemli bir rol oynar, böylece artan talep dönemlerinde serum kalsiyum seviyelerini korur (Holcombe ve ark., 2018). Yetersiz kalsiyum seviyeleri PTH salgısının artmasına neden olabilir ve bu da diğer metabolik süreçler üzerinde aşağı yönlü etkilere neden olabilir.

Buzağıların yaşı da kalsiyum metabolizmasını etkileyebilir. Genç buzağılar, hızlı büyüme oranları nedeniyle tipik olarak daha yüksek kalsiyum gereksinimine sahiptir. Buzağılar olgunlaştıkça, kalsiyum ihtiyaçları değişebilir ve yeterli alımın sağlanması için diyet formülasyonlarında ayarlamalar yapılması gerekebilir (Wang ve ark., 2022). Yeni doğan buzağılarda ortalama serum Ca konsantrasyonu 3,35 ± 0,27 mmol/L olduğu bildirilmiştir. Doğumdan altı saat sonra Ca seviyesi 2,41 ± 0,18 mmol/L'ye düştüğü, sonraki gün ve haftalarda neredeyse hiç değişmedi bildirilmiştir (Bostedt & Schramel, 1982). Yaşamın ilk iki ayında Ca konsantrasyonu yaklaşık 2,7 mmol/L olarak belirtilmiştir. Üçüncü aydan sonra Ca konsantrasyonu azalmaya başladığı ve 6 aylıkken 2,53 ± 0,10 mmol/L olduğu belirtilmiştir (Bouda & Jagoš, 1984). Benzer dinamikler, süt tozu ile beslenen buzağılarda yapılan başka bir çalışmada da tespit edilmiştir; sadece 5 günlük yaşta biraz daha yüksek Ca konsantrasyonuna 3,02 ± 0,2 mmol/L ve 15 günlük yaştan 2 aya kadar 2,8 ± 0,1 mmol/L olduğu bildirilmiştir (Steinhardt & Thielscher, 2000).

Ayrıca, kalsiyum ile fosfor ve magnezyum gibi diğer mineraller arasındaki ilişki, buzağılarda genel mineral dengesini ve sağlığı korumak için çok önemlidir. Bu mineraller arasındaki dengesizlik, genç buzağılarda dengeli beslenmenin önemini vurgulayarak metabolik bozukluklara yol açabilir (Stabel ve ark., 2003).

SONUÇ

Sonuç olarak, inorganik fosfat buzağı sağlığının hayati bir bileşenidir ve kemik gelişimini, enerji metabolizmasını ve genel büyümeyi etkiler. Rasyon yönetiminin yanı sıra serum inorganik fosfat seviyelerinin düzenli olarak izlenmesi, buzağıların refahını sağlamak ve mineral dengesizlikleriyle ilgili potansiyel sağlık sorunlarını önlemek için gereklidir. Kalsiyum buzağıların sağlığı ve gelişimi için kritik bir besin maddesidir. Uygun beslenme yönetiminin

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

yanı sıra serum kalsiyum seviyelerinin düzenli olarak izlenmesi, optimum büyümenin sağlanması ve metabolik bozuklukların önlenmesi için gereklidir. Buzağılarda kalsiyum metabolizmasının dinamiklerini anlamak, etkili sağlık yönetimi stratejileri uygulamak için hayati önem taşımaktadır. Buzağılarda uygun serum kalsiyum ve fosfat seviyelerinin korunması, sağlıkları ve gelişimleri için çok önemlidir. Besin bileşimi, mineral etkileşimleri ve fizyolojik koşullar gibi faktörler bu seviyeleri önemli ölçüde etkiler. Bu nedenle, buzağılarda beslenmenin dikkatli bir şekilde yönetilmesi ve mineral durumunun izlenmesi, büyümelerinin sağlanması ve eksikliklerin veya ilgili sağlık sorunlarının önlenmesi için hayati önem taşır.

Yaş	iP (mmol/L)	Ca (mmol/L)
1. Hafta	2.94 ± 0.48	2.97 ± 0.30
2. Hafta	3.27 ± 0.42	2.0 ± 0.23
3. Hafta	3.11 ± 0.42	2.63 ± 0.23
4. Hafta	3.02 ± 0.42	2.66 ± 0.25
5. Hafta	3.04 ± 0.49	2.66 ± 0.23
6. Hafta	2.94 ± 0.45	2.60 ± 0.19
8. Hafta	2.88 ± 0.33	2.65 ± 0.20
12. Hafta	3.01 ± 0.35	2.73 ± 0.18
16. Hafta	3.06 ± 0.36	2.74 ± 0.20
20. Hafta	3.07 ± 0.34	2.76 ± 0.20
24. Hafta	2.99 ± 0.33	2.67 ± 0.21

Tablo 1: Buzağılarda 24 haftalık kalsiyum ve inorganik fosfor değişimi

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

KAYNAKLAR

Bostedt, H. & Schramel, P. (1982). Zur dynamik der Blutserumkonzentration von Kalzium und Magnesium sowie der Spurenelemente Eisen, Kupfer und Zink in den ersten Lebenswochen des Kalbes. Tierärztliche Umschau, Vol.37, No.7 (July 1982), pp. 471-476.

Bouda, J.& Jagoš, P. (1984). Biochemical and hematological reference values in calves and their significance for health control. Acta Veterinaria Brno, Vol.53, No.3-4. (September-December 1984), pp. 137-142.

Dewi, A., Ana, I., Wolke, J., & Jansen, J. (2012). Behavior of plaster of paris-calcium carbonate composite as bone substitute. a study in rats. Journal of Biomedical Materials Research Part A, 101A(8), 2143-2150. https://doi.org/10.1002/jbm.a.34513

El-Maghraby, M. and Mahmoud, A. (2021). Clinical, hematological, and biochemical studies on hypozincemia in neonatal calves in egypt. Veterinary World, 14(2), 314-318. https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.314-318

Ferreira, L. and Bittar, C. (2011). Performance and plasma metabolites of dairy calves fed starter containing sodium butyrate, calcium propionate or sodium monensin. Animal, 5(2), 239-245. https://doi.org/10.1017/s1751731110001965

Gazi, M. A., Khan, M. A., Siraj, G., Dar, S. H., & Mir, A. Q. (2015). Possible role of calcium, phosphorous and magnesium shift in blood, urine and calculi in calves affected by urolithiasis. *African Journal of Agricultural Research*, *10*(4), 207-214.

Holcombe, S., Wisnieski, L., Gandy, J., Norby, B., & Sordillo, L. (2018). Reduced serum vitamin d concentrations in healthy early-lactation dairy cattle. Journal of Dairy Science, 101(2), 1488-1494. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13547

Jiang, Y., Zhou, Z., Zhu, Y., Chen, F., Lu, B., Cao, W., … & Chen, F. (2018). Enzymatic reaction generates biomimic nanominerals with superior bioactivity. Small, 14(51). https://doi.org/10.1002/smll.201804321

Kamr, A., Dembek, K., Hildreth, B., Morresey, P., Rathgeber, R., Burns, T., … & Toribio, R. (2018). The fgf-23/klotho axis and its relationship with phosphorus, calcium, vitamin d, pth, aldosterone, severity of disease, and outcome in hospitalised foals. Equine Veterinary Journal, 50(6), 739-746. https://doi.org/10.1111/evj.12946

Lean, I., DeGaris, P., McNeil, D., & Block, E. (2006). Hypocalcemia in dairy cows: meta-analysis and dietary cation anion difference theory revisited. Journal of Dairy Science, 89(2), 669-684. https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(06)72130-0

Ligomina, I. (2023). Biochemical, clinical manifestation of vitamin d deficiency in calves. Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences, 6(2), 68-75. https://doi.org/10.32718/ujvas6-2.11

Otani, M., Takimoto, Y., Moriya, J., Yoshiuchi, K., & Akabayashi, A. (2008). Plasma intact fibroblast growth factor 23 levels in women with anorexia nervosa. Biopsychosocial Medicine, 2(1). https://doi.org/10.1186/1751-0759-2-10

Safwate, A. and Bakr, H. (2015). Serum parathyroid hormone levels and mineral profiles in high producing dairy cattle around calving period. British Journal of Dairy Sciences, 4(1), 1-4. https://doi.org/10.19026/bjds.4.2108

Souza, D. (2019). Serum biochemical profile of neonatal buffalo calves. Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia, 71(1), 187-196. https://doi.org/10.1590/1678-4162-10176

Stabel, J., Goff, J., & Kimura, K. (2003). Effects of supplemental energy on metabolic and immune measurements in periparturient dairy cows with johne's disease. Journal of Dairy Science, 86(11), 3527-3535. https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(03)73957-5

Thilsing-Hansen, T., Jørgensen, R., Enemark, J., & Larsen, T. (2002). The effect of zeolite a supplementation in the dry period on periparturient calcium, phosphorus, and magnesium homeostasis. Journal of Dairy Science, 85(7), 1855-1862. https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(02)74259-8

Trefz, F., Constable, P., Sauter-Louis, C., Lorch, A., Knubben-Schweizer, G., & Lorenz, I. (2013). Hyperkalemia in neonatal diarrheic calves depends on the degree of dehydration and the cause of the metabolic acidosis but does not require the presence of acidemia. Journal of Dairy Science, 96(11), 7234-7244. https://doi.org/10.3168/jds.2013-6945

Underwood, E.J. & Suttle, N.F. (2001). The mineral nutrition of the livestock. pp.105-397, CABI Publishing , ISBN 0-85199-128-9,Wallingford, United Kingdom

Wang, S., Hu, F., Diao, Q., Li, S., Tu, Y., & Bi, Y. (2022). Comparison of growth performance, immunity, antioxidant capacity, and liver transcriptome of calves between whole milk and plant

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

protein-based milk replacer under the same energy and protein levels. Antioxidants, 11(2), 270. https://doi.org/10.3390/antiox11020270

Widhyari S.D., Widodo S., Wijaya A., Esfandiari A., Wulansari R., Mihardi A.P., Maylina L., Novitri H. (2018). Concentration of Calcium and Phosphate Serum Following Administration of Zinc in Friesian Holstein Bulls. International Journal of Animal Research, 2:18. DOI: 10.28933/ijar-2017-19-1901

Zhou, J., Zhang, J., Xue, B., Yue, S., Yang, C., & Xue, B. (2021). Effects of premating calcium and phosphorus supplementation on reproduction efficiency of grazing yak heifers. Animals, 11(2), 554. https://doi.org/10.3390/ani11020554

Zimpel, R., Marinho, M., Almeida, K., Ruiz, A., Nelson, C., Thatcher, W., … & Santos, J. (2021). Effects of maternal level of dietary cation-anion difference fed to prepartum nulliparous cows on offspring acid-base balance, metabolism, and growth. Journal of Dairy Science, 104(8), 8746-8764. https://doi.org/10.3168/jds.2021-20483

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

BUZAĞILARDA SODYUM, POTASYUM ve KLOR DEĞİŞİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Mustafa MAKAV
Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı
mustafamakav@gmail.com- 0000-0003-1879-8180

Doç. Dr. Mushap KURU
Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı
mushapkuru@hotmail.com- 0000-0003-4409-251X

ÖZET

Sodyum (Na), potasyum (K) ve klor (Cl) gibi elektrolitlerin buzağılardaki önemi, hem beslenme hem de sağlık açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu mineraller, buzağının büyümesi, gelişimi ve genel sağlığı için gereklidir. Özellikle, sodyum ve potasyum, hücre içi ve dışı sıvı dengesinin sağlanmasında, asit-baz dengesinin korunmasında ve kas fonksiyonlarının düzenlenmesinde önemli işlevlere sahiptir.

Kolostrum, yeni doğan buzağılara mineral sağlamak için önemli bir kaynaktır. İnek sütündeki mineral konsantrasyonlarının, buzağının serum mineral seviyeleri ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Kolostrum, buzağının ilk besin kaynağı olarak, sodyum, potasyum ve klor gibi minerallerin yanı sıra bağışıklık sisteminin güçlenmesine de katkıda bulunur. Bu minerallerin yeterli alımı, buzağının sağlıklı bir şekilde büyümesi için gereklidir.

Diğer taraftan, neonatal buzağılarda sıklıkla görülen ishal, elektrolit dengesizliğine yol açabilir. İshal nedeniyle dehidratasyona uğrayan buzağılarda potasyum seviyelerinin arttığını ve bu durumun asidoz ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda, sodyum bikarbonat gibi rehidrasyon tedavileri, buzağılardaki potasyum seviyelerini dengelemek için etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, potasyumun hücre içindeki yüksek konsantrasyonu, ishal sırasında kayıpların artmasıyla birlikte, buzağının sağlığını tehdit eden bir durum haline gelebilir.

Mineral alımının düzenlenmesi, buzağının büyüme performansını da etkiler. Mineral takviyesinin buzağılarda ortalama günlük ağırlık artışını artırdığı da bilinmektedir. Buzağılarda

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

sodyum ve potasyumun yeterli seviyelerde bulunması hem büyüme hem de genel sağlık için kritik öneme sahiptir. Bu minerallerin eksikliği, kas zayıflığı ve büyüme geriliği gibi sorunlara yol açabilir.

Sonuç olarak, buzağılarda sodyum, potasyum ve klor gibi elektrolitlerin dengeli bir şekilde sağlanması hem beslenme hem de sağlık açısından hayati öneme sahiptir. Bu minerallerin yeterli alımı, buzağının sağlıklı bir şekilde büyümesini ve gelişmesini desteklerken, ishal gibi durumlarda elektrolit dengesizliğinin önlenmesine de yardımcı olur.

Anahtar Kelimeler: Sodyum, Potasyum, Klor, Buzağı

GİRİŞ

Buzağılardaki sodyum (Na), potasyum (K) ve klor (Cl) konsantrasyonları, fizyolojik işlevleri ve genel sağlıkları için kritik öneme sahiptir. Bu elektrolitler sıvı dengesi, sinir fonksiyonu ve kas kasılmasının sürdürülmesinde önemli rol oynar. Araştırmalar, bu elektrolitlerin konsantrasyonlarının yaşa, sağlık durumuna ve çevresel koşullara göre önemli ölçüde değişebileceğini göstermektedir.

Osman ve ark. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, 1 ila 10 günlük sağlıklı deve buzağılarındaki ortalama Na, K ve Cl konsantrasyonlarının diğer çalışmalarda bildirilenlerle karşılaştırılabilir olduğu ve doğumdan kısa bir süre sonra stabil elektrolit seviyelerine işaret ettiği bulunmuştur. Spesifik olarak, ortalama konsantrasyonlar Na için 156 ± 2,2 mmol/L, K için 4,4 ± 1 mmol/L ve Cl için 116 ± 1 mmol/L olarak bildirilmiştir. Bu, erken yaşamın buzağılarda elektrolit homeostazı için kritik bir dönem olduğunu ve bunun büyüme ve gelişmeleri için gerekli olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, bu elektrolitlerin konsantrasyonları, buzağılama süreci ve sonraki anne sağlığı dahil olmak üzere çeşitli faktörlerden etkilenebilir. Doğum öncesi süt sığırlarında Na ve Cl seviyelerinin buzağılama ve doğum sonrasına kıyasla önemli ölçüde yüksek olduğunu bildirmiştir. Bunun sebebinin ise elektrolitlerin sütte salgılanması olarak açıklanmıştır (Safwate & Bakr, 2015). Bu durum, annenin beslenme durumunun ve elektrolit alımının zamanlamasının, yaşamın erken dönemlerinde buzağılardaki elektrolit seviyelerini önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermektedir.

Isı stresi gibi çevresel stres faktörleri de elektrolit seviyelerini etkileyebilir. Gebeliğin son dönemlerindeki ısı stresinin buzağıların büyümesini ve bağışıklık fonksiyonunu olumsuz

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

etkileyebileceğini ve potansiyel olarak elektrolit dengesinde değişikliklere yol açabileceği vurgulanmaktadır (Monteiro ve ark., 2016; Tao ve ark., 2012). Stres tepkisi, kortizol seviyelerinin artmasına yol açabilir ve bu da buzağılarda elektrolitlerin metabolizmasını ve tutulmasını daha da etkileyebilir.

Ayrıca, elektrolit dengesizliklerinin özellikle ishal vakalarında klinik etkileri olabilir. Lee ve ark. (2020), ishalli buzağıların dehidrasyon ve metabolik asidoz ile ilişkili olan daha düşük Na ve K seviyeleri sergilediğini bulmuştur Bu durum, özellikle hastalık veya çevresel stres dönemlerinde buzağılarda elektrolit seviyelerinin izlenmesinin önemini vurgulamaktadır (Lee ve ark., 2020).

Sodyum (Na)

Sodyum, buzağıların sağlığı ve gelişiminde, özellikle hidrasyon ve metabolik dengede kritik bir rol oynar. Sodyum seviyeleri, özellikle önemli elektrolit dengesizliklerine ve dehidrasyona yol açabilen ishalden muzdarip buzağılarda çok önemlidir. Oral elektrolit solüsyonları bu sorunları gidermek için yaygın olarak kullanılır ve etkili olabilmeleri için belirli kriterleri karşılamaları gerekir. Bu solüsyonlar hücre dışı sıvı hacmini eski haline getirmek için yeterli sodyum sağlamalı, bağırsaklardan sodyum ve su emilimini artıran maddeler içermeli ve ishalli buzağılarda sıklıkla görülen asidozu düzeltmek için alkalileştirici maddeler içermelidir (Stämpfli ve ark., 2012; Abuelo, 2016; Constable ve ark., 2021).

Yeni doğan buzağılarda kolostrum alımından sonra Na konsantrasyonu artmıştır ve bu durum kolostrumdan emilime bağlanmıştır (Steinhardt ve ark., 1993). Ancak Maach ve ark. (1991) kolostrum alımından önce Na konsantrasyonunu 145,7 ± 3,7 mmol/L belirlerken sonrasında (137,8 ± 6,8 mmol/L) daha yüksek olduğunu, daha sonra ise neredeyse değişmediğini tespit etmiştir.

Enerji sağlayabilen ancak sütün pıhtılaşmasını engelleyebilen sodyum asetatın aksine, metabolizma gerektirmeden etki gösterebilmesi nedeniyle sodyum bikarbonatın oral elektrolit solüsyonlarında tercih edilen bir bileşen olduğunu göstermektedir (Miqueo ve ark., 2018; Leal ve ark., 2012). Şiddetli metabolik asidoz vakalarında, daha yüksek dozlarda sodyum bikarbonat gerekli olabilir (Trefz ve ark., 2012; Trefz ve ark., 2011). Ayrıca, intravenöz solüsyonların etkili güçlü iyon farkı, elektrolit dengesini yansıttığı ve ishalden iyileşmeyi etkileyebileceği için asidozlu buzağıların tedavisinde çok önemlidir (Müller ve ark., 2012).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Ayrıca, sodyum bütiratın buzağı rasyonlarına dahil edilmesi, gastrointestinal gelişimin iyileşmesi ve yem alımının artmasıyla ilişkilendirilmiştir; bu da dolaylı olarak daha iyi sodyum emilimini ve genel sağlığı desteklemektedir (Rice ve ark., 2019; Górka ve ark., 2014; Belli, 2024).

Hiponatremi (düşük sodyum seviyeleri) ishalin etkilerini şiddetlendirebileceğinden ve metabolik asidoz gibi komplikasyonlara yol açabileceğinden, klinik ortamlarda serum sodyum seviyelerinin izlenmesi hayati önem taşımaktadır (Müller ve ark., 2012; Lee, 2022). Buzağıların dehidrasyondan engellemek ve metabolik stabiliteyi korumak için gerekli elektrolitleri almasını sağlamak amacıyla ister oral ister intravenöz yollarla olsun, sodyum uygulaması önem arz etmektedir (Trefz ve ark., 2017; Trefz ve ark., 2015). Maach ve ark. (1992) akut ishalli buzağıların serumunda (131.2 ± 7.2 mmol/L) aynı yaştaki sağlıklı buzağılara (140.0 ± 9.9 mmol/L) kıyasla önemli ölçüde daha düşük Na konsantrasyonu tespit etmiştir.

Potasyum

Potasyum buzağılarda temel bir elektrolittir. Kas kasılması, sinir iletimi ve asit-baz dengesinin korunması dahil olmak üzere çeşitli fizyolojik işlevlerde kritik bir rol oynar. Serum potasyum seviyelerinin izlenmesi, özellikle elektrolit dengesini önemli ölçüde etkileyen ishal gibi hastalıklarda önem arz eder.

İshalli buzağıların genellikle hiperkalemi olarak bilinen yüksek serum potasyum seviyelerine sahip olduğu bilinmektedir. İshalli buzağılar üzerinde yapılan bir çalışmada, %34'ünün ilk tedavi sırasında hiperkalemi sergilediği ve serum potasyum konsantrasyonlarının 5,8 mEq/L'yi aştığını bildirilmiştir (Doré ve arkadaşları 2019). Bu yükselme genellikle dehidrasyon ve metabolik asidoz ile ilişkilidir; bunlar gastrointestinal rahatsızlıklardan muzdarip buzağılarda yaygın olan durumlardır. Çalışma, potansiyel komplikasyonları önlemek için ishal yaşayan buzağılarda potasyum seviyelerinin dikkatli bir şekilde izlenmesi ve yönetilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Doré ve arkadaşları 2019).

Chung ve ark. (2019) ayrıca ishalli buzağılarda sıklıkla normokalemi veya hiperkalemi görülürken, hipokaleminin nadiren gözlendiğini vurgulamıştır. Bu durum, potansiyel bağırsak potasyum kayıplarına rağmen, telafi edici mekanizmalar nedeniyle genel serum seviyelerinin yüksek kalabileceğini göstermektedir (Chung ve ark., 2019).

Potasyum ve diğer mineraller arasındaki ilişki de önemlidir. Örneğin, rasyonda fazla potasyum magnezyum emilimini engelleyerek metabolik dengesizliklere yol açabilir. Bu etkileşim,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

özellikle rasyon değişimlerinde ve metabolik bozukluk riskinin arttığı geçiş döneminde önemlidir (Wei ve ark., 2018). Bu nedenle, potasyum seviyelerinin uygun aralıkta kalmasını sağlamak için dikkatli bir rasyon yönetimi şarttır. Optimum düzeyde potasyum içeren rasyonların, özellikle stres dönemlerinde buzağılarda yemden yararlanmayı ve genel sağlığı artırabileceğini bildirilmiştir (Mader ve ark., 2009). Bununla birlikte, özellikle dehidre hayvanlarda aşırı potasyum takviyesinden kaçınmak çok önemlidir, çünkü bu hiperkalemiye ve ilişkili sağlık risklerine yol açabilir (Zarei ve ark., 2020). 8 haftalık buzağıların plazmasındaki ortalama K konsantrasyonu, öğünde %0,35 K'de 5,13 mmol/L'den, öğünün kuru maddesinde %0,53 K'de 5,60 mmol/L'ye kadar olduğu bildirilmektedir (Maach ve ark., 1992).

Kolostrum alımı, buzağıların serumundaki K konsantrasyonunda artışa neden olur (Steinhardt ve ark., 1993). 1 haftalıktan 2-3 aylık yaşa kadar buzağıların serum K konsantrasyonu sabit kalarak yaklaşık 5 mmol/L olduğu bildirilmiştir (Maach ve ark., 1991). Bouda ve Jagoš (1984) K seviyesini 5.4 ± 0.4 mmol/L civarından 6 aylık yaşa kadar hafifçe düşerek 4.7 ± 0.4 mmol/L'ye düştüğünü bildirmişlerdir. Reece (1980) 1. haftada 7.2 mmol/L olan K konsantrasyonunda 15 haftalık yaşa kadar bir azalma olduğunu ve 4.4 mmol/L'ye düştüğünü tespit etmişlerdir.

Klor (Cl)

Klor hücre dışı sıvıdaki en önemli anyondur, hücrelerin içinde organizmadaki toplam miktarın sadece %12'sini oluşturur. Na ile birlikte ekstraselüler sıvıdaki ozmotik basıncın korunmasından sorumludur. Klor ince bağırsakta emilir ve esas olarak böbrek yoluyla atılır (Wirth, 1999). Klor, özellikle elektrolit dengesi ve hastalıkların önlenmesindeki rolü açısından buzağı sağlığı bağlamında önemli bir unsurdur. Öncelikle klor, buzağılarda ozmotik dengenin ve uygun hidrasyonun korunması için çok önemlidir. Aynı zamanda gastrointestinal sistemde besin maddelerinin sindirimi ve emilimi için hayati önem taşıyan hidroklorik asitin önemli bir bileşenidir (Safwate & Bakr, 2015).

Dışkı hacminin 40 kat artabildiği akut ishalli buzağılar, sıvıyla birlikte elektrolit de kaybeder. Bu tür buzağılarda, sağlıklı buzağılara (103,3 ± 6,9 mmol/L) kıyasla önemli ölçüde daha düşük Cl konsantrasyonu (95,6 ± 6,9 mmol/L) tespit edilmiştir (Maach ve ark., 1992). Buzağılarda doğumdan hemen sonra daha yüksek Cl konsantrasyonu (107.3 ± 12.3 mmol/L) tespit edilmiş, daha sonra 7. günde 95.9 ± 6.6 mmol/L'ye düşmüş, daha sonra 2 aylıkken 102.3 ± 6.2 mmol/L'ye hafifçe yükselmiştir (Maach ve ark., 1991).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Akut ishalli buzağıların hem sodyum hem de klor plazma konsantrasyonlarının daha düşük olduğunu göstererek ishalin elektrolit dengesi üzerindeki etkisini vurgulamaktadır (Marcato ve ark., 2018). Bu elektrolit dengesizliği dehidrasyona ve metabolik bozukluklara yol açabilir ve normal seviyeleri geri kazanmak için acil müdahale gerektirir. Optimum büyüme ve bağışıklık fonksiyonu için yeterli klor alımı gereklidir. Yetersiz klor seviyeleri mide asidi üretimini bozarak sindirim yetersizliklerine ve enfeksiyonlara karşı duyarlılığın artmasına neden olabilir (Safwate & Bakr, 2015).

SONUÇ

Sodyum, özellikle ishal ve metabolik asidoz bağlamında, buzağı sağlığının yönetiminde temel bir elektrolittir. Etkili tedavi protokolleri, buzağılarda iyileşmeyi optimize etmek ve büyümeyi desteklemek için yeterli sodyum seviyelerini, uygun dağıtım yöntemlerini ve genel elektrolit dengesini dikkate almalıdır. Potasyum buzağılarda fizyolojik fonksiyonların ve genel sağlığın korunmasında önemli bir rol oynayan hayati bir elektrolittir. Özellikle ishal veya sıcak stresi atakları sırasında serum potasyum seviyelerinin düzenli olarak izlenmesi, etkili sağlık yönetimi için gereklidir. Klor buzağı sağlığında hidrasyon, sindirim ve hastalık direncini etkileyen çok yönlü bir rol oynar. Özellikle hastalık veya sütten kesme gibi stres dönemlerinde buzağılardaki klor seviyelerinin izlenmesi ve yönetilmesi, genel sağlıklarının ve verimliliklerinin korunması için çok önemlidir.

Özetle, buzağılardaki Na, K ve Cl konsantrasyonları yaş, anne sağlığı, çevre koşulları ve sağlık durumundan etkilenir. Uygun elektrolit seviyelerinin korunması buzağıların sağlığı ve büyümesi için çok önemlidir ve özellikle stres veya hastalık bağlamında dengesizlikleri gidermek için müdahaleler gerekli olabilir.

YAŞ (HAFTA)	K MMOL/L	NA MMOL/L	CL MMOL/L
1	5.72 ± 0.60	144.9 ± 4.1	100.0 ± 2.6
2	6.49 ± 0.69	142.6 ± 3.9	98.6 ± 3.1
3	6.17 ± 0.65	143.8 ± 4.4	100.5 ± 2.9
4	6.08 ± 0.53	144.6 ± 3.2	101.3 ± 2.6
5	6.02 ± 0.53	144.9 ± 3.0	101.8 ± 2.6
6	5.95 ± 0.48	144.6 ± 2.9	102.3 ± 2.7
8	5.85 ± 0.37	145.1 ± 2.3	102.7 ± 2.5
12	5.79 ± 0.54	145.2 ± 2.5	102.3 ± 2.6

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

16	5.61 ± 0.57	146.8 ± 2.5	102.2 ± 2.1
20	5.76 ± 0.48	148.4 ± 2.4	102.9 ± 1.9
24	5.52 ± 0.57	148.6 ± 2.8	102.3 ± 1.7

Tablo 1: Buzağılarda 24 haftalık Na, K ve Cl konsantrasyonlarının değişimi

Kaynaklar

Abuelo, Ã. (2016). Investigation of an outbreak of neonatal calf diarrhoea in a dairy herd. Veterinary Record Case Reports, 4(2). https://doi.org/10.1136/vetreccr-2016-000372

Belli, A. (2024). Effects of supplementing milk replacer with sodium butyrate on dairy calves. Animals, 14(2), 277. https://doi.org/10.3390/ani14020277

Bouda, J.& Jagoš, P. (1984). Biochemical and hematological reference values in calves and their significance for health control. Acta Veterinaria Brno, Vol.53, No.3-4. (September-December 1984), pp. 137-142.

Chung, J., Rayburn, M., & Chigerwe, M. (2019). Randomized controlled clinical trial on the effect of oral immunoglobulin supplementation on neonatal dairy calves with diarrhea. Journal of Veterinary Internal Medicine, 33(4), 1807-1813. https://doi.org/10.1111/jvim.15538

Constable, P., Trefz, F., Şen, İ., Berchtold, J., Nouri, M., Smith, G., … & Grünberg, W. (2021). Intravenous and oral fluid therapy in neonatal calves with diarrhea or sepsis and in adult cattle. Frontiers in Veterinary Science, 7. https://doi.org/10.3389/fvets.2020.603358

Doré, V., Foster, D., Ru, H., & Smith, G. (2019). Comparison of oral, intravenous, and subcutaneous fluid therapy for resuscitation of calves with diarrhea. Journal of Dairy Science, 102(12), 11337-11348. https://doi.org/10.3168/jds.2019-16970

Górka, P., Pietrzak, P., Kotunia, A., Zabielski, R., & Kowalski, Z. (2014). Effect of method of delivery of sodium butyrate on maturation of the small intestine in newborn calves. Journal of Dairy Science, 97(2), 1026-1035. https://doi.org/10.3168/jds.2013-7251

Leal, M., Fialho, S., Cyrillo, F., Bertagnon, H., Ortolani, E., & Benesi, F. (2012). Intravenous hypertonic saline solution (7.5%) and oral electrolytes to treat of calves with noninfectious diarrhea and metabolic acidosis. Journal of Veterinary Internal Medicine, 26(4), 1042-1050. https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2012.00960.x

Lee, M. (2022). Changes in the blood electrolyte, bun and glucose values in diarrheic hanwoo neonatal calves. Korean Journal of Veterinary Service, 45(4), 337-342. https://doi.org/10.7853/kjvs.2022.45.4.337

Lee, S., Choi, E., & Kim, D. (2020). Relationship between the values of blood parameters and physical status in korean native calves with diarrhea. Journal of Veterinary Science, 21(2). https://doi.org/10.4142/jvs.2020.21.e17

Maach, L.; Gründer, H.D. & Boujija, A. (1992). Klinische und hämatologische Untersuchungen bei schwarzbunten an Durchfall erkrankten neugeborenen Aufzuchtkälbern in Marokko. Deutsche Tierarztliche Wochenschrift, Vol.99, No.4, (April 1992), pp. 133-140.

Maach, L.; Gründer, H.D. & Faio, A. (1991). Hämozytologische und hämobiochemische Untersuchungen bei schwarzbunten, klinisch gesunden Aufzuchtkälbern in Marokko. Deutsche Tierarztliche Wochenschrift, Vol.98, No.3, (March 1991), pp. 77-116.

Mader, T., Gaughan, J., Johnson, L., & Hahn, G. (2009). Tympanic temperature in confined beef cattle exposed to excessive heat load. International Journal of Biometeorology, 54(6), 629-635. https://doi.org/10.1007/s00484-009-0229-0

Marcato, F., Brand, H., Kemp, B., & Reenen, K. (2018). Evaluating potential biomarkers of health and performance in veal calves. Frontiers in Veterinary Science, 5. https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00133

Miqueo, E., Silva, J., Silva, F., Rocha, N., Torrezan, T., Slanzon, G., … & Bittar, C. (2018). Evaluation of different oral rehydration solutions for diarrheic dairy calves. American Journal of Animal and Veterinary Sciences, 13(4), 143-151. https://doi.org/10.3844/ajavsp.2018.143.151

Monteiro, A., Tao, S., Thompson, I., & Dahl, G. (2016). In utero heat stress decreases calf survival and performance through the first lactation. Journal of Dairy Science, 99(10), 8443-8450. https://doi.org/10.3168/jds.2016-11072

Müller, K., Gentile, A., Klee, W., & Constable, P. (2012). Importance of the effective strong ion difference of an intravenous solution in the treatment of diarrheic calves with naturally acquired acidemia and strong ion (metabolic) acidosis. Journal of Veterinary Internal Medicine, 26(3), 674-683. https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2012.00917.x

Osman, T., Probo, M., Monaco, D., Karem, H., & Freccero, F. (2023). Blood gas, acid-base and electrolyte analysis in healthy dromedary camel calves up to 21 days of life. Animals, 13(6), 1117. https://doi.org/10.3390/ani13061117

Reece, W.O. (1984). Acid-base balance and selected hematologic, electrolytic, and blood chemical variables in calves nursing cows: one week through fifteen weeks. American Journal of Veterinary Research, Vol.45, No.4, (April 1984), pp. 666-669.

Rice, E., Aragona, K., Moreland, S., & Erickson, P. (2019). Supplementation of sodium butyrate to postweaned heifer diets: effects on growth performance, nutrient digestibility, and health. Journal of Dairy Science, 102(4), 3121-3130. https://doi.org/10.3168/jds.2018-15525

Safwate, A. and Bakr, H. (2015). Serum parathyroid hormone levels and mineral profiles in high producing dairy cattle around calving period. British Journal of Dairy Sciences, 4(1), 1-4. https://doi.org/10.19026/bjds.4.2108

Stämpfli, H., Oliver, O., & Pringle, J. (2012). Clinical evaluation of an oral electrolyte solution formulated based on strong ion difference (sid) and using propionate as the organic anion in the treatment of neonatal diarrheic calves with strong ion acidosis. Open Journal of Veterinary Medicine, 02(01), 34-39. https://doi.org/10.4236/ojvm.2012.21006

Steinhardt, M.; Gollnast, I.; Langanke, M.; Bünger, U. & Kutschke, J. (1993). Klinischchemische Blutwerte bei neugeborenen Kälbern. Tierärztliche Praxis, Vol.21, No.4 (August 1993), pp. : 295-301.

Tao, S., Monteiro, A., Thompson, I., Hayen, M., & Dahl, G. (2012). Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves. Journal of Dairy Science, 95(12), 7128-7136. https://doi.org/10.3168/jds.2012-5697

Trefz, F., Constable, P., & Lorenz, I. (2017). Effect of intravenous small-volume hypertonic sodium bicarbonate, sodium chloride, and glucose solutions in decreasing plasma potassium concentration in hyperkalemic neonatal calves with diarrhea. Journal of Veterinary Internal Medicine, 31(3), 907-921. https://doi.org/10.1111/jvim.14709

Trefz, F., Lorch, A., Feist, M., Sauter-Louis, C., & Lorenz, I. (2012). Construction and validation of a decision tree for treating metabolic acidosis in calves with neonatal diarrhea. BMC Veterinary Research, 8(1), 238. https://doi.org/10.1186/1746-6148-8-238

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Trefz, F., Lorch, A., Feist, M., Sauter-Louis, C., & Lorenz, I. (2011). Metabolic acidosis in neonatal calf diarrhea—clinical findings and theoretical assessment of a simple treatment protocol. Journal of Veterinary Internal Medicine, 26(1), 162-170. https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2011.00848.x

Trefz, F., Lorch, A., Zitzl, J., Kutschke, A., Knubben-Schweizer, G., & Lorenz, I. (2015). Effects of alkalinization and rehydration on plasma potassium concentrations in neonatal calves with diarrhea. Journal of Veterinary Internal Medicine, 29(2), 696-704. https://doi.org/10.1111/jvim.12537

Wei, S., Jiang, W., Wu, P., Liu, Y., Zeng, Y., Jiang, J., … & Feng, L. (2018). Dietary magnesium deficiency impaired intestinal structural integrity in grass carp (ctenopharyngodon idella). Scientific Reports, 8(1). https://doi.org/10.1038/s41598-018-30485-8

Wirth, W. (1999). Elektrolyte und Säure – Basen – Haushalt. In: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin, W. Kraft, U.M. Dürr, (Ed.), pp. 159-168 Schattauer, Stuttgart, Germany

Zarei, M., Seifdavati, J., Ghorbani, G., Benemar, H., Sharifi, R., & Karimi, A. (2020). Influence of different water access status of suckling calves on performance, water intake behavior and some blood metabolites. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 67(2), 175-184. https://doi.org/10.33988/auvfd.632957

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

SURGICAL CORRECTION OF PECTUS EXCAVATUM IN A CAT

Asst. Prof. Halil ALAKUŞ
Hatay Mustafa Kemal University
halil.alakus@mku.edu.tr - ORCID: 0000-0001-9265-2310
Asst. Prof. İbrahim ALAKUŞ
Hatay Mustafa Kemal University
ibrahimalakus@mku.edu.tr - ORCID: 0000-0002-2031-7035

ABSTRACT

Pectus Excavatum, also called funnel chest, is a rare congenital anomaly of the chest wall. This anomaly is characterized by a dorsal deviation of the caudal sternum and associated costal cartilages or by abnormal growth of several ribs and the sternum, resulting in a narrowing of the entire thorax from ventral to dorsal. It has been reported in dogs, cats, lambs, and calves. Although the exact cause is unknown, theories put forward include shortening of the central tendon of the diaphragm, intrauterine pressure abnormalities, and congenital insufficiency of the muscles in the cranial part of the diaphragm. The clinical signs of pectus excavatum are quite variable, but are generally related to the severity of the deformity. The main clinical findings include respiratory distress, hyperpnea, exercise intolerance, cough, heart murmur, and cyanosis. Diagnosis is based on clinical and radiographic examination. Sternal deformity can be palpated during clinical examination. Radiographic examination reveals narrowing of the caudal thoracic space. Treatment of pectus excavatum varies from conservative to surgical treatment, depending on the degree of deformity and the significance of clinical findings. This study includes evaluations on the diagnosis and treatment of a cat brought to Hatay Mustafa Kemal University Veterinary Health Application and Research Center Hospital with sternum collapse and respiratory distress. As a result of clinical examination and radiographic analysis, pectus excavatum was diagnosed. The splint prepared according to the patient's size was fixed by suturing to the outside of the sternum following the anesthesia procedure. The patient regained his health after surgical treatment. This study aimed to evaluate the surgical treatment of pectus excavatum, a congenital anomaly, and the elements to be considered during the operation.

Keywords: Cat, Pectus excavatum, congenital anomaly, treatment

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. INTRODUCTION

Pectus excavatum (PE), or funnel chest, is a rare congenital anomaly of the chest wall. This anomaly is characterized by dorsally deflected caudal sternum and associated costal cartilages or by abnormal growth of several ribs and sternum, resulting in a narrowing of the entire thorax from ventral to dorsally [1]. This defect has been reported in both dogs and cats [1]. The cause of PE is unknown [2]. Congenital and acquired forms of pectus excavatum have been described in humans. The congenital form is the most common, accounting for 87% of all chest wall deformities [3]. Pectus excavatum was thought to be a congenital condition only in small animals. However, a 2012 case report described a 13-year-old Labrador Retriever with acquired pectus excavatum due to chronic upper airway obstruction due to laryngeal paralysis [3]. Most reported cases are congenital and involve the caudal aspect of the sternum and the xiphoid process [2]. However, atypical cases involving the cranial part of the sternum have also been described [4].

The etiology of congenital pectus excavatum is poorly understood in veterinary medicine. Although there is no direct genetic link for the development of pectus excavatum, familial occurrence of the anomaly in the same puppies has been reported [3]. In addition, Swimmer syndrome has been reported to occur simultaneously with pectus excavatum in dogs [3]. Numerous theories have been proposed for the cause of PE. These theories include shortening of the central tendon of the diaphragm, congenital insufficiency of the muscles in the cranial parts of the diaphragm, thickening of the substernal ligament, abnormal intrauterine pressure, increases in negative intrathoracic pressure due to upper respiratory tract disease, and abnormal osteogenesis/chondrogenesis resulting in the ribs and cartilages not having sufficient rigidity to adequately withstand the normal pressures exerted by respiratory pressure gradients [2-5].

The clinical signs of pectus excavatum are quite variable. Animals with mild lesions may remain asymptomatic, while more severe cases may present with respiratory and/or cardiovascular compromise due to critical restriction of thoracic volume, compression of intrathoracic structures, and impaired ventilation [3]. The most common clinical signs include exercise intolerance, failure to gain weight, hyperpnea, recurrent lung infections, cyanosis, persistent productive cough, vomiting, and upper respiratory tract disease [2,6]. Because pectus excavatum is most often a congenital defect, patients with moderate to severe disease are often diagnosed at an early age when owners first observe failure to thrive, respiratory problems, or other clinical signs [3].

Physical examination findings include palpation of sternal deformity and poor body condition. Additionally, patients with respiratory distress may experience increased respiratory effort, tachypnea, restlessness, and reluctance to lie down or sit up. Systolic cardiac murmurs are common in patients with pectus excavatum. Murmurs and potentially arrhythmias may result from direct sternal compression of the heart, restriction of ventricular filling capacity, tortuosity of the pulmonary vasculature, and compromise of the pulmonary outflow tract [3,6].

Pectus excavatum can be easily diagnosed by clinical examination and radiographic methods [5,7]. Treatment can be done in 2 different ways, conservative treatment or surgical treatment, depending on the severity of the case. Asymptomatic pectus excavatum can be treated

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

conservatively without surgical intervention. Animals with a flattened chest instead of a significant caudal sternebra deformity may develop a normal or nearly normal thoracic wall configuration as they grow. Owners of these animals should be encouraged to perform regular medial-lateral manual chest compressions to help improve wall conformation. Although the benefit of this procedure is unknown, it has been documented that a mild case of pectus excavatum heals spontaneously with chest compressions twice daily for a period of one month [3]. Surgical treatment is recommended for patients with disorders such as exercise intolerance, low body condition score, respiratory distress, recurrent lung infections, or upper respiratory tract disease due to pectus excavatum [3]. While the external splinting technique can be used in patients younger than 4-5 months, corrective surgeries (sternal wedge ostectomy, multiple chondrectomy, etc.) have been described for animals older than 4-5 months [2].

2. MATERIAL AND METHODS

Patient data were collected from the Hatay Mustafa Kemal University Veterinary Health Practice and Research Hospital information system repository. The case was a 5-month-old tabby cat that was admitted to the hospital with sternum collapse and respiratory distress. During the clinical examination, sternal deformity was palpated (Figure 1A). The presence of sternal collapse was confirmed as a result of radiographic examination. Informed consent was obtained from the patient's owner and the decision for surgery was made. Before starting the preparations for the operation, a piece of PVC pipe was cut. Measurements were made on the patient and holes were drilled in a double row on the PVC pipe at the determined points (Figure 1B). The sides of the prepared material were supported with cotton to make it comfortable for the patient (Figure 1C).

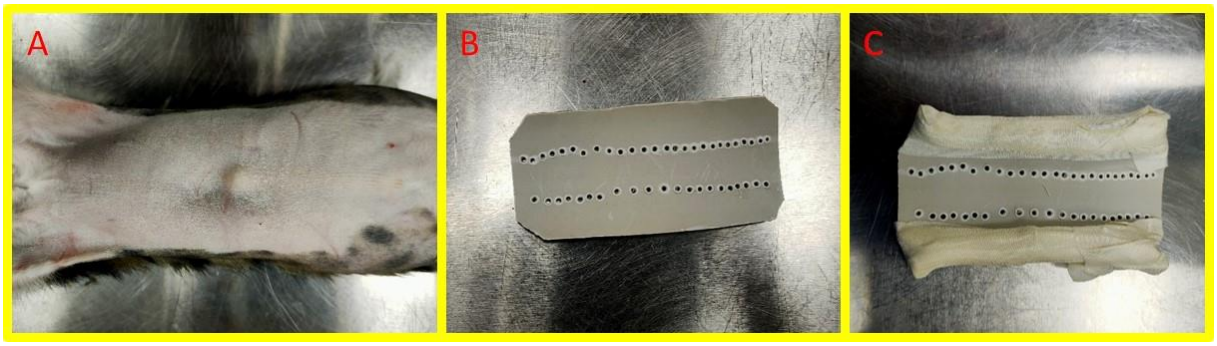


Figure 1: A: Sternal depression in a cat, B,C: External splint made of PVC material

2.1. Anesthesia and Analgesia

For premedication, 1 mg/kg dose of xylazine (Alfazyne 2%, Egevet, Türkiye) was administered intramuscularly to the patient. Following the provision of premedication, 15 mk/kg dose of ketamine (Alfamine 10%, Egevet, Türkiye) was injected intramuscularly. The patient's chest area was first shaved with a shaver and then with a razor. When the necessary conditions for intubation were provided, the patient was intubated with a 3.00 mm cuffed endotracheal tube. Maintenance of anesthesia was provided with gas anesthesia using 1.5-2% isoflurane (Isoflurane-USP, Adeka Pharmaceutical Industry and Trade Inc., Samsun, Türkiye) in 100% oxygen. The patient was placed in the dorsal position and fixed to the table in a supine position. For prophylaxis, 30 mg/kg dose of Cefazolin sodium (Sefazol, Mustafa Nevzat, Istanbul,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Türkiye) was administered intravenously. Tolfenamic acid (Tolfenac, Alke Health Products Inc., Tokat, Türkiye) was preferred as an anti-inflammatory agent. After ensuring asepsis and antisepsis of the area, the operation area was limited with sterile drapes.

2.2. Surgical procedure

A skin incision was made along the median line using a number 22 scalpel (Figure 2A). Number 1 absorbable (polyglycolic acid) suture material was used for suture. The sternum was palpated and the sternum was crossed using a Deschamp (Figure 2B). A thread was placed at the tip of the Deschamp (Figure 2C) and Deschamp was rotated backwards to ensure that the thread was passed under the sternum (Figure 2D). This procedure was applied to 5 different points on the sternum. The ends of the threads were passed through the skin parallel to the incision line and hemostatic was attached to the end to prevent the sutures from dislodging (Figure 2E). The skin was closed with a horizontal matress suture (Figure 2F). Gauze was placed on the incision wound and the threads were passed through the appropriate holes on the PVC pipe prepared before the surgery and a knot was made (Figure 2G, Figure 2H). The patient was checked at regular intervals in the intensive care unit until he woke up from anesthesia. The patient was discharged with antibiotics (cefazolin sodium), anti-inflammatory (tolfenamic acid) and vitamins (vitamins B and C) prescribed.

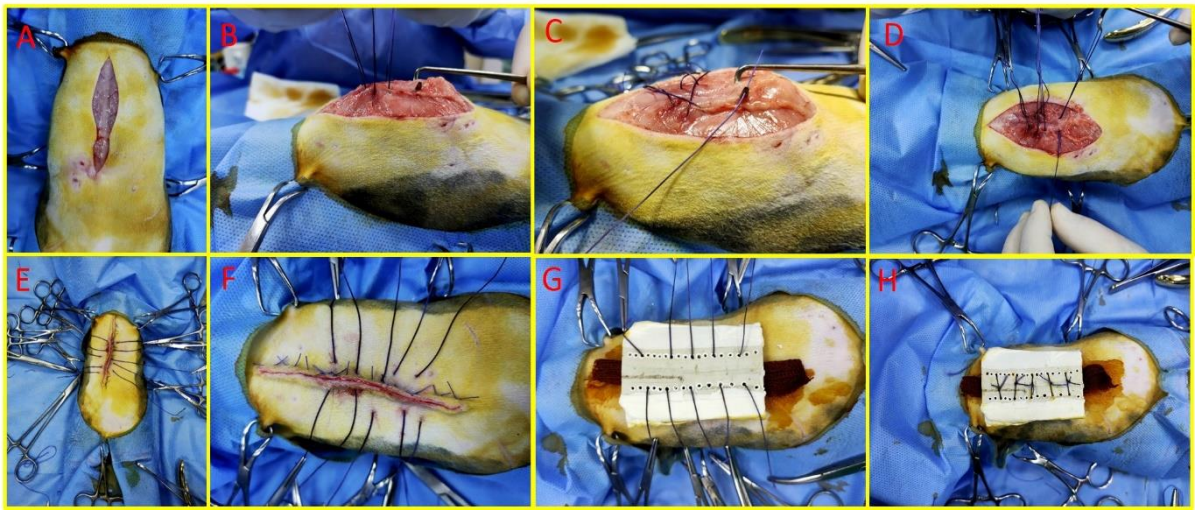


Figure 2: A-H: Stages of pectus excavatum surgery

3. RESULTS

The patient's condition was very good and respiratory distress had decreased on the 3rd postoperative day. No signs of infection were found in the patient. Radiographic images of the patient were taken on the 3rd, 6th and 10th days. There was no chance for a physical examination with the patient in the following period. However, the patient's owner did not lose contact and continued to follow up the case remotely. The patient's splint was removed on the 30th postoperative day. Since absorbable suture material was used, the stitches were not removed at first. Some of the stitches fell off on their own. The stitches that did not fall off were removed on the 45th day. Although mild dermatitis was observed in the PVC area, no complications occurred for the patient as a result of the applications of baticon (povidone

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

iodine) and cicatrizant ointment. Preoperative and postoperative radiographic images are given in figure 3.

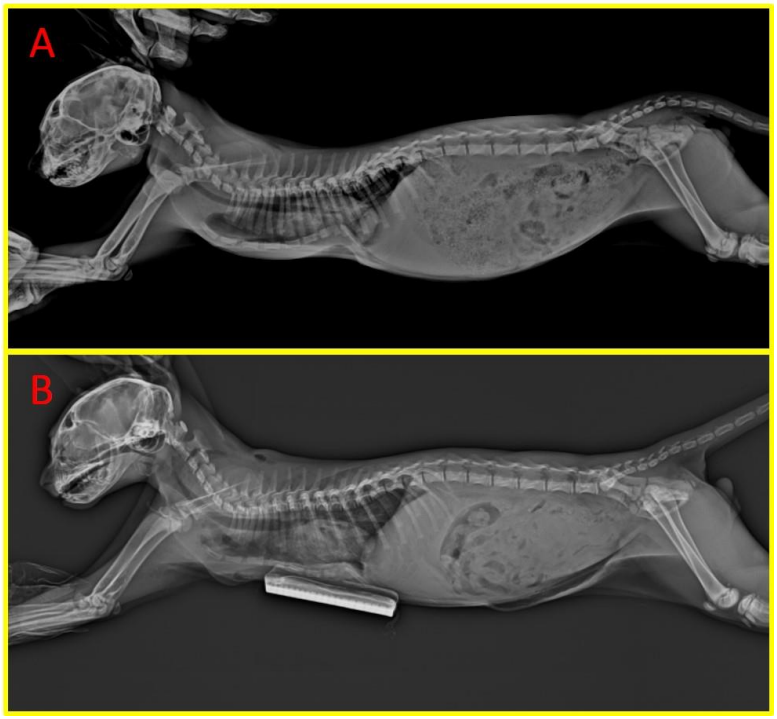


Figure 3: A: Preoperative radiographic image B: Postoperative radiographic image.

4. GENERAL EVALUATION AND RESULTS

Pectus excavatum (PE) represents the depression in the anterior chest wall resulting from dorsal deviation of the sternum [6]. This skeletal deformity requires surgical repair to restore normal function in the cardiopulmonary system. Three types of surgical repair have been described for pectus excavatum in cats and dogs. These are; external splinting, internal splinting, and longitudinal sternebral pining combined with external splinting [1]. In the present study, an external splinting technique made of PVC casting material was used, as described by Yaygıngül et al. [8].

The most common intraoperative complications reported with the external splinting technique include damage to the internal thoracic vessels, heart or lungs while the needle is passing around the sternum, fatal reexpansion due to pulmonary edema and postoperative skin abrasions, suture abscesses and dermatitis [8]. In order to prevent such complications, precautions such as using a nontraumatic needle tip, keeping the needle as close as possible to the dorsal aspect of the sternum and advancing the needle during expiration should be taken [2,3]. In this case, in addition to these precautions, Deschamp was used instead of a needle to pass the thread through the sternum. Deschamp was advanced close to the dorsal aspect of the sternum and removed from the other side of the sternum. Deschamp was rotated backwards by attaching a thread to the tip of Deschamp and thus the thread was passed around the sternum. No complications related to the intrathoracic region were encountered after the surgery.

In conclusion, this case report describes the successful surgical correction of pectus excavatum in a cat using an external splint made of PVC material.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

REFERENCES

[1] Yoon, H.Y., Mann, F.A., Jeong, S.W. Surgical correction of pectus excavatum in two cats. Journal of Veterinary Science, September, 9,3, 2008.

[2] Monnet E., Small Animal Soft Tissue Surgery, John Wiley & Sons, Inc./Hoboken, 2023.

[3] Aroson, L.R., Small Animal Surgical Emergencies, John Wiley & Sons, Inc./Hoboken, 2022.

[4] Ellison, G., Halling, K.B. Atypical pectus excavatum in two Welsh terrier littermates. Journal of Small Animal Practice, June, 45,6, 2004.

[5] Hassan, E.A., Hassan, M.H., Torad, F.A. Correlation between clinical severity and type and degree of pectus excavatum in twelve brachycephalic dogs. Journal of Veterinary Medical Science, May, 80,5, 2018.

[6] Singh, M., Parrah, J.U.D., Moulvi, B.A., Athar, H., Kalim, M.O., Dedmari, F.H. A review on pectus excavatum in canines: A congenital anomaly. Iranian Journal of Veterinary Surgery, October, 8,1, 2013.

[7] Mestrinho, L.A., Ferreira, C.A., Lopes, A.M., Niza, M.M., Hamaide, A.J. Open surgical correction combined with an external splint for correction of a non-compliant pectus excavatum in a cat. Journal of feline medicine and surgery, February, 14,2, 2012.

[8] Yaygingul, R., Kibar, B., Suner, I., & Belge, A. Pectus excavatum in a cat: A case report. Veterinární medicína, July, 61,7, 2016.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

SURGICAL TREATMENT OF A DOG WITH COMPLETE ACHILLES TENDON RUPTURE

Asst. Prof. İbrahim ALAKUŞ

Hatay Mustafa Kemal University

ibrahimalakus@mku.edu.tr - ORCID: 0000-0002-2031-7035

Asst. Prof. Ömer KIRGIZ

Hatay Mustafa Kemal University

omerkirgiz@mku.edu.tr – ORCID: 0000-0002-0222-1363

ABSTRACT

The Achilles tendon represents the most robust structure within the canine musculoskeletal system. Rupture of this tendon is rare in dogs. It usually occurs due to traumatic causes. The extent of the trauma can greatly influence the severity of the injury, potentially resulting in stretching, partial tears, or even a complete rupture. However, Achilles injuries usually involve partial tendon rupture, with complete rupture being less common. The primary symptoms noticed in a dog with a complete tendon rupture are “Plantigrade stance,” swelling around the tendon attachment to the tarsal bone, and non-weight-bearing lameness. Diagnosis is made based on the results of a clinical examination in which posture and gait are evaluated. Additionally, imaging techniques such as ultrasonography and radiography are also useful for diagnosis. Treatment is usually surgical, involving suturing the ruptured tendon ends together (tenorrhaphy) and immobilizing the tibiotarsal joint for several weeks after surgery. The recovery process following a tendon injury can be challenging and ambiguous, as the outcome is exceedingly dependent on factors such as the severity of the trauma, the duration between the injury and treatment, and the limited blood supply to the tendon. This study includes data from a dog brought to Hatay Mustafa Kemal University Veterinary Health Application and Research Center Hospital with a complaint of non-weight-bearing lameness in the hind leg. Clinical examination revealed a complete rupture of the Achilles tendon in the right hind leg. As a result of surgical treatment and postoperative follow-up, it was observed that the patient completely regained its health. This study objective to present the surgical treatment of a patient with a complete rupture of the Achilles tendon, the follow-up of the postoperative process, and precautions that can be taken to prevent complications, and to contribute to clinicians and the literature.

Keywords: Dog, Achilles tendon, complete rupture, tenorrhaphy.

1. INTRODUCTION

The Achilles tendon, also known as the tendo calcaneus communis, represents the most robust structure within the canine musculoskeletal system. [1]. This tendon is made up of three

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

distinct parts: the tendons originating from the gastrocnemius muscles, the superficial digital flexor tendon, and the common tendon arising from the biceps femoris, gracilis, and semitendinosus muscles [2]. The gastrocnemius tendon, constituting the primary component, converge onto the proximal-lateral aspect of the tuber calcanei. The superficial digital flexor tendon envelops the tuber calcanei, attaching to both sides. It subsequently extends distally, ultimately inserting onto the proximal-caudal margin of the second phalanges within the digits. The combined tendon of the gracilis, biceps femoris, and semitendinosus muscles attaches to the medial aspect of the tuber calcanei [3,4]. The primary function of the Achilles tendon is to facilitate forward propulsion of the hindlimb while concurrently contributing to gradual support of the tarsal joint [5].

Direct trauma, often involving sharp objects, constitutes the most frequent cause of Achilles tendon rupture in dogs [2]. The severity of the resulting injury can significantly vary, ranging from stretching and minor tears to complete rupture of the tendon. The based on trauma directly affects the type of tendon injury. This can manifest as an acute rupture with partial or complete loss of structural integrity, sometimes with the tendon ends visibly exposed, as commonly observed in hunting accidents. Moreover, tendon degeneration or rupture may happen as a result of systemic disorders like Cushing's disease or due to iatrogenic causes [1].

Injuries in dogs are usually classified according to the degree of tendon involvement (partial or complete) and the span of the injury (acute or chronic) [6]. Meutstege [7] proposed a classification of three different types of ruptures according to the anatomical location and severity of the Achilles tendon lesion: Type 1 represents complete tendon rupture, while Type 2 encompasses three subtypes of partial ruptures with varying degrees of tendon system extension. Type 3 encompasses tendinosis or peritendinosis. [1,7]. Partial ruptures, in which one or more tendon components are intact, are more common in dogs [6]. When Achilles tendon injuries were considered in terms of anatomical location and frequency of occurrence, Corr et al. [8] reported that the injury most frequently happened at the tendon-osseous junction (60%), and less frequently at the musculotendinous junction (20%) or in the body of the tendon (13.3%). The second important consideration for any classification method of Achilles tendon lesions is the duration of the injury. Acute injuries are defined as less than 48 hours, subacute injuries as 2 to 21 days, and chronic injuries as more than 3 weeks [2,7].

Clinical signs associated with Achilles tendon rupture vary based on the severity of the injury. Animals often exhibit a non-weight-bearing limp. The main symptoms observed in cases where the Achilles tendon is completely ruptured are “Plantigrade stance” and swelling around the area where the tendon inserts into the tarsal bone. In addition, when a ruptured Achilles tendon is palpated, it can be determined that the tendon structure is either discontinuous or thickened. In cases where a partial rupture occurs, tarsal joint flexion is observed to a lesser degree than in cases where a complete rupture occurs. When the superficial digital flexor tendon is the only intact structure, a characteristic 'clawing stance' is observed, affecting the two proximal phalangeal joints [1,2,8].

The diagnosis of Achilles tendon rupture is based on clinical examination. Clinical examination includes observation of the animal's posture, gait, and palpation of the injured limb. The use of some imaging methods (e.g. ultrasonography, radiography, magnetic

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

resonance imaging) may also be helpful in making the diagnosis. It should also be noted that it is important to distinguish Achilles tendon injuries from other conditions that may present similarly (e.g. sciatic nerve palsy, congenital hyperflexion of the tarsus) [2].

The main goal of surgical or localized treatment for tendon injuries in dogs is to restore enough tensile strength to support body weight. In contrast, the primary focus of tendon surgery or treatment in humans, which is to recover the gliding function for improved mobility and use of the phalanges, becomes a secondary objective in dogs [5,9]. In human patients, they are usually treated conservatively because they present much earlier in the disease process. In contrast to human medicine, surgical treatment is usually recommended for veterinary patients. A variety of surgical treatments have been described, most of which involve primary suture repair (tenorrhaphy) and immobilization of the tarsal joint for several weeks after surgery. Various methods have been recommended to provide postoperative immobilization, such as the application of a cast or splint, external fixators, and transarticular positional bone screws [2,8].

Corr et al. [8] reported that the likelihood of complications was considerably higher if the injury happened at the body of tendon than if it occurred at the tendon-osseous junction or the musculotendinous junction.

The recovery process following a tendon injury can be challenging and ambiguous, as the outcome is exceedingly dependent on factors such as the severity of the trauma, the duration between the injury and treatment, and the limited blood supply to the tendon [1]. It should also be noted that the ability to perform particularly difficult activities after such an injury may be reduced due to scar tissue formation and loss of tendon gliding function [2].

2. MATERIALS AND METHODS

This study includes data from a 1-year-old male Terrier breed dog brought to Hatay Mustafa Kemal University Veterinary Health Application and Research Center Hospital with a complaint of lameness in the hind leg that does not bear weight. The patient's owner reported that lameness started after shaving its hair the day before he applied to our hospital. As a result of the clinical examination, palpation revealed loss of continuity in the Achilles tendon structure, and inspection revealed an open wound (Figure 1a) and a plantigrade posture on the patient's right hind leg, and the patient was diagnosed with complete rupture of the Achilles tendon. The owner was informed and preparations were started for the operation.

2.1. Premedication, Anesthesia and Preoperative Preparation

The patient was perform 1 mg/kg xylazine as premedication and 15 mg/kg ketamine as general anesthesia intramuscularly to induce anesthesia. Following anesthesia induction, the hair of patient's right hind leg was shaved from the distal metatarsals to the proximal tibia. The patient was then intubated with a 4.5 mm endotracheal tube and anesthesia was maintained with 1.5-2% isoflurane (Isoflurane USP 100%, Pennsylvania USA). Finally, the patient was placed in the left lateral recumbency position. The patient was prepared for the operation by placing a disposable sterile drape cut with hole of appropriate size on the leg in accordance with asepsis and antisepsis rules (Figure 1b).

2.2. Surgical Procedure

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Since there was an open wound in the area where the Achilles tendon rupture occurred, no incision was made to the skin. The wound lips were revised and the ruptured ends of the three tendons composing the Achilles tendon were identified separately among the tissues (Figure 1c-d). The primary repair of the tendon ends was sutured using the Kessler suture technique with 2/0 polypropylene suture (Figure 1e-f). The subcutaneous tissue and skin were closed using simple continuous and simple interrupted suture techniques, respectively, with 2/0 polypropylene suture.

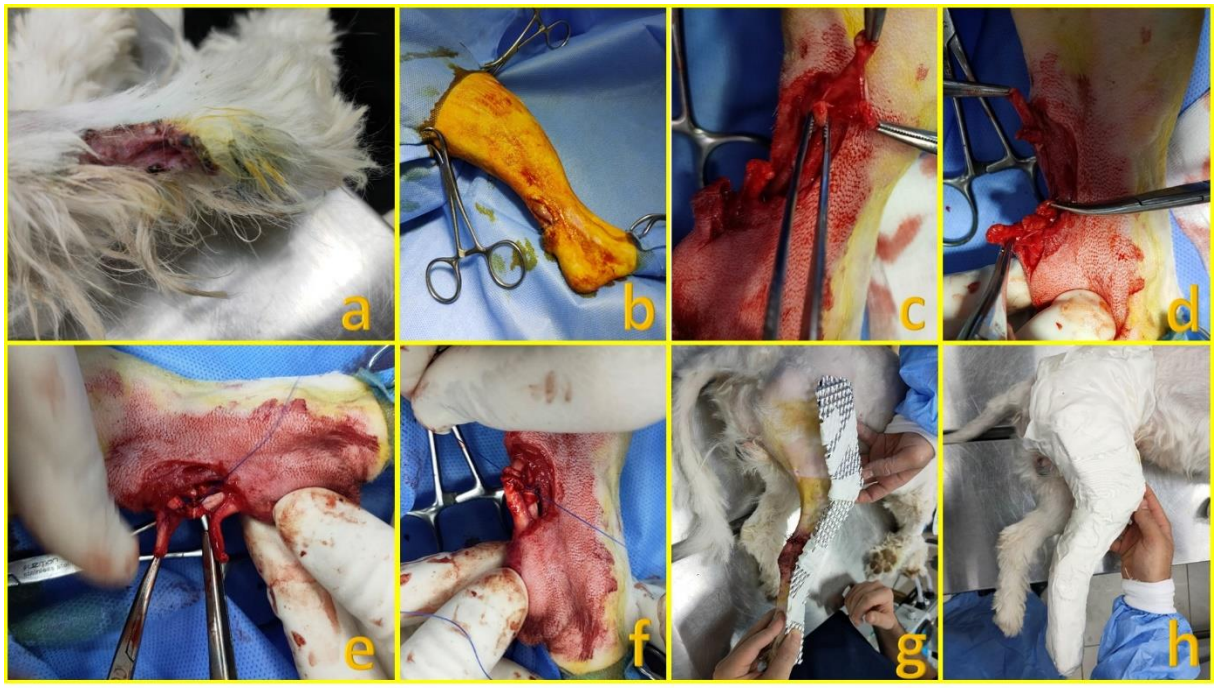


Figure 1: Images from operation and bandage (splint) stages

2.3. Postoperative Procedures and Follow-up

After the operation, a splint was cut that was in slight extension of the tarsal joint and was suitable for the anatomy of the dog. In order for the splint to be strong and durable, two layers of splint were prepared and synthetic cast was wrapped over the splints.

After the synthetic cast dried and hardened, the prepared splint was applied to the patient with a supported bandage (splint bandage) (Figure 1g-h). The patient was prescribed movement restriction, antibiotic [cefazolin sodium, 30 mg/kg, intramuscular, 12-hour intervals, 7 days (Sefazol, Mustafa Nevzat İlaç San. A.Ş, Istanbul/Turkey)] and anti-inflammatory drug [carprofen, 4 mg/kg, oral, 24-hour intervals, 5 days (Rimadyl tablet, Zoetis Animal Health Co. Ltd. Istanbul/Turkey)]. The patient's stitches were removed on the 10th postoperative day. The supported bandage was removed on the 30th postoperative day.

3. RESULTS

There was no sign of infection on the patient's 3rd day follow-up. On the 10th day follow-up, the skin sutures were removed and palpation of the tendon area where the sutures

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

were applied revealed mild scar tissue. The patient's splint was removed on the 25th day following the operation and after it was removed, it was observed that the dog started to use its foot slightly. On the 30th day follow-up, it was observed that his walking was normal and the scar tissue in the suture area had almost disappeared. On the 60th day follow-up, it was observed that he could easily do the jumping movement. On the 90th day follow-up, it was observed that the patient's condition was very good, no complications had occurred and the patient had completely recovered. The postoperative images (3rd, 10th, 30th and 90th days) are shown in Figure 2.



Figure 2: The photographs taken on the 3rd(a), 10th(b), 30th(c) and 90th(d) postoperative days.

4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Rupture of the Achilles tendon in dogs is a rare injury seen in veterinary clinics and hospitals. Furthermore, Achilles injuries are usually seen as partial tendon ruptures rather than complete ruptures [2]. In the case of our study, a complete rupture of the Achilles tendon occurred. Considering these data,the subject of our study has an important place in the literature.

Corr et al. [8] reported that the probability of complications in cases where the injury occurred in the tendon body was significantly higher than in cases where the injury occurred in the tendo-osseous or musculotendinous junction. Although the injury occurred in the tendon body in this study increased the probability of complications, no complications were encountered.

Various studies have reported that the prognosis is very good after surgical repair and appropriate postoperative immobilization of Achilles tendon rupture [3,10,11,12]. In this study, tenorrhaphy and then supportive bandage were applied for the treatment of Achilles tendon rupture and the prognosis was found to be very good. The prognostic results of this study are similar to other studies in the literature [3,10,11,12].

As a result, in cases where there is a complete rupture in the Achilles tendon, the goal of treatment is to restore the anatomical length of the damaged tendon and provide sufficient strength to allow healing, allowing the patient to perform their previous physiological movements. In order to achieve the aim of treatment in patients, it is important to apply the

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

correct surgical procedure and to provide appropriate postoperative immobilization. In this study, tenorrhaphy was applied as the operative method, while a supported bandage was applied to ensure postoperative immobilization, and the data regarding these applications are explained in detail. It is aimed that these data will both guide clinicians and contribute to the literature.

REFERENCES

[1] Spinella, G., Tamburro, R., Loprete, G., Vilar, J. M., & Valentini, S. (2010). Surgical repair of Achilles tendon rupture in dogs: a review of the literature, a case report and new perspectives. Veterinarni Medicina, 55, 303-310.

[2] King, M., & Jerram, R. (2003). Achilles tendon rupture in dogs. COMPENDIUM ON CONTINUING EDUCATION FOR THE PRACTISING VETERINARIAN-NORTH AMERICAN EDITION-, 25(8), 613-622.

[3] Shani, J., & Shahar, R. (2000). Repair of chronic complete traumatic rupture of the common calcaneal tendon in a dog, using a fascia lata graft. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, 13(02), 104-108.

[4] Baltzer, W. I., & Rist, P. (2009). Achilles tendon repair in dogs using the semitendinosus muscle: surgical technique and short-term outcome in five dogs. Veterinary Surgery, 38(6), 770-779.

[5] Sharifi, D., Dehkourdi, E. V., Abedi, G., Asghari, A., & Jahandideh, A. (2011). Effect of Low Level Laser on Hydroxyproline Content in experimentally Induced Injury in Achilles' Tendon in Dog. Advances in Environmental Biology, 5(10), 3151-3155.

[6] Nielsen, C., & Pluhar, G. E. (2006). Outcome following surgical repair of achilles tendon rupture and comparison between postoperative tibiotarsal immobilization methods in dogs. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, 19(04), 246-249.

[7] Meutstege, F. J. (1993). The classification of canine Achilles' tendon lesions. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, 6(01), 53-55.

[8] Corr, S. A., Draffan, D., Kulendra, E., Carmichael, S., & Brodbelt, D. (2010). Retrospective study of Achilles mechanism disruption in 45 dogs. Veterinary Record, 167(11), 407-411.

[9] Fahie, M. A. (2005). Healing, diagnosis, repair, and rehabilitation of tendon conditions. Veterinary Clinics: Small Animal Practice, 35(5), 1195-1211.

[10] De Haan, J. J., Goring, R. L., Renberg, C., & Bertrand, S. (1995). Modified transarticular external skeletal fixation for support of Achilles tenorrhaphy in four dogs. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, 8(01), 32-35.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[11] Guerin, S., Burbidge, H., Firth, E., & Fox, S. (1998). Achilles tenorrhaphy in five dogs: a modified surgical technique and evaluation of a cranial half cast. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, 11(04), 205-210.

[12] Sivacolundhu, R. K., Marchevsky, A. M., Read, R. A., & Eger, C. (2001). Achilles mechanism reconstruction in four dogs Murdoch University Veterinary Hospital, Murdoch, WA, Australia. Veterinary and comparative orthopaedics and Traumatology, 14(01), 25-31.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

CORNEOCONJUNCTIVAL GRAFT TREATMENT IN A PERSİAN CAT WITH CORNEAL SEQUESTRA

Asst. Prof. Ömer KIRGIZ

Hatay Mustafa Kemal University,

omerkirgiz@mku.edu.tr – ORCID ID: 0000-0002-0222-1363

Asst. Prof. Halil ALAKUŞ

Hatay Mustafa Kemal University,

halil.alakus@mku.edu.tr – ORCID ID:0000-0001-9265-2310

ABSTRACT

Corneal sequestration is a progressive disease characterized by corneal necrosis, commonly observed in cats, especially Persian cats. In the study, a 4-year-old male neutered Persian cat with a lesion on the left eye cornea, characterized by a color change from light brown to black, was examined. Ophthalmological examination revealed that the lesion had invaded the corneal layers. The cat was premedicated with an intramuscular injection of 1 mg/kg xylazine (Sanalazin 2%, Santavet, Turkey) and 15 mg/kg ketamine (Ketasol 10%, İnterhas, Turkey). After induction, the cat was intubated and anesthetized with 100% oxygen and 1.5-2% isoflurane (Isoflurane USP 100%, Pennsylvania, USA) gas anesthesia. After deep keratectomy, the sequestrum was removed, and a corneo-conjunctival graft was applied to fill the corneal defect. The cat was examined every week for the first month after surgery, and then every month until the 6th month. Corneal clarity was scored for each month during the postoperative period. Vascularization on the corneoconjunctival graft was prominent in the 1st and 2nd months but decreased starting from the 3rd month. Corneal clarity was grade 4 during the first 2 months, grade 3 in the 3rd month, grade 2 in the 4th and 5th months, and grade 1 in the 6th month. It was concluded that corneoconjunctival grafts, due to their advantages of not requiring additional costs and using the patient's own tissues, as well as the good results obtained, are a preferred surgical method for the treatment of corneal sequestration.

Key Words: corneal sequester, corneoconjunctival graft, cat

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. INTRODUCTION

Corneal sequestration is a disease characterized by necrotic lesions, typically oval or circular in shape, and usually dark brown in color, located in the central or paracentral area of the cornea (Multari et al., 2021). These sequestrums can spread across all layers of the cornea and lead to perforation (Laguna et al., 2015). It is most commonly seen in cats and causes epithelial loss in the corneal stroma (Graham et al., 2016). Brachycephalic breeds and Siamese cats have been reported to be the most affected. It has been reported that cats between 2 and 7 years of age, regardless of gender, are more frequently affected (Featherstone and Sansom, 2004). Although the pathogenesis is not yet fully understood, corneal damage in brachycephalic breeds, ulcerative keratitis, dry eye, and ocular surface diseases can lead to corneal sequestration (Laguna et al. 2015; Multari et al. 2021). The goal in treating corneal sequestration is to restore the structural integrity of the cornea by removing the necrotic area (Graham et al., 2016). To achieve this, various surgical methods are typically preferred. These include keratectomy with conjunctival graft placement, amniotic membrane transplantation, corneo-conjunctival transposition, heterologous penetrating keratoplasty, and bovine pericardial patch (Graham et al., 2016). In medical treatment, topical artificial tears, protective contact lenses, and follow-up are important components (Featherstone and Samsom, 2004). Additionally, it has been reported that the use of eye drops containing sodium hyaluronate yields successful results in medical treatment (Cullen et al., 1992).

This study aims to present the results of corneo-conjunctival graft surgery and medical treatment over a 6-month postoperative period in a 4-year-old male Persian cat with corneal sequestration.

2. MATERIAL AND METHODS

Patient data were collected from the information system database of the Hatay Mustafa Kemal University Veterinary Health Practice and Research Hospital. The data included species, age, breed, affected eye, graft origin, suture material, postoperative process, and epithelial healing process.

2.1. Case:

The case involved a 4-year-old male neutered Persian cat. The left eye had a lesion characterized by a color change from light brown to black on the cornea (Figure 1). The history taken from the owner revealed that this condition had started one month ago and the lesion had progressively increased in size. During the ophthalmological examination, invasion of the lesion into the corneal layers was detected. To confirm the damage to the cornea, a fluorescein test (ERC Health, Turkey) was performed, and the result was positive. Based on these findings, a decision for surgery was made.

2.2. Anesthesia and analgesia

The cat was premedicated with an intramuscular injection of xylazine at a dose of 1 mg/kg (Sanalazin 2%, Santavet, Turkey) . Fifteen minutes later, anesthesia was induced with an

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

intramuscular injection of ketamine at a dose of 15 mg/kg (Ketasol 10%, Interhas, Turkey). The patient was intubated with a 3.5 mm endotracheal tube and anesthetized with 100% oxygen and 1.5-2% isoflurane gas anesthesia (Isoflurane USP 100%, Pennsylvania, USA). After positioning the cat in a pre-sternal position, the eyes were covered with a sterile drape, and the cat was prepared for surgery.

2.3. Surgical protocol

The surgical process and potential postoperative conditions were explained to the owner, and an operation consent form was obtained. Twenty minutes before the surgery, tropicamide (Tropamid forte 1%, Bilim Pharmaceuticals, Turkey) eye drops were applied topically to induce mydriasis, and this procedure was repeated if necessary during the surgery.

The boundaries of the sequestrum on the cornea were identified, and lamellar dissection was performed with a micro corneal blade (Figure 2). After deep keratectomy, the sequestrum was removed, and a sliding flap from the more accessible dorsal conjunctiva was prepared to cover the corneal defect and mobilized onto the cornea (Figure 3). The conjunctival graft was sutured to the defect area using absorbable 8/0 polyglycolic acid sutures (Pegesorb, Dogsan, Türkiye). (Figure 4). The patient was fitted with an elizabeth collar before awakening from anesthesia. After the patient regained consciousness and was able to walk within approximately 3 hours, the prescription was provided, and the cat was discharged.

2.4. Post-surgical process:

Postoperatively, sodium hyaluronate + dexpanthenol (Bepanthol Eye Bayer, Germany) was applied to prevent dryness and reduce damage to the eye, moxifloxacin (Vigamox 0.5%, Alcon Turkey) was used to prevent potential infection, and diclofenac sodium (Inflased, Bilim Pharmaceuticals, Turkey) was applied to reduce inflammation in the eye for a period of 10 days. Each drug was used 1 drop 4 times a day.

Table 1: Grading of corneal clarity of the affected area (Multari et al. 2021).

Grade	Corneal opacity	Fundus features
0	Absent	Normal tapetal reflex is present and fundus is clear
1	Minimal	Normal tapetal reflex is present and fundus is clear
2	Mild	Normal tapetal reflex is present but fundus is unclear
3	Moderate	Normal tapetal reflex but fundus evaluation cannot be done
4	Severe	Loss of tapetal reflex

3. RESULTS

Postoperative examination of the cat was performed every week for the first month, and then every month until the 6th month. Corneal clarity was scored for each month in the postoperative period according to the method of Multari et al. (2021). (Table 1). The patient was monitored

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

by taking images every month (Figure 5). After the first 10-day prescription was completed, no redness, dryness, or any other symptoms were observed in the eye, and the collar was removed. The vascularization of the corneo-conjunctival graft was distinctly visible in the 1st and 2nd months, but it decreased starting from the 3rd month. Corneal clarity was graded as grade 4 during the first 2 months, grade 3 in the 3rd month, grade 2 in the 4th and 5th months, and grade 1 in the 6th month (Table 2).

Table 2: Grading of corneal clarity in a persian cat eye

Time (Month)	**Grade of corneal clarity**
1	4
2	4
3	3
4	2
5	1
6	1

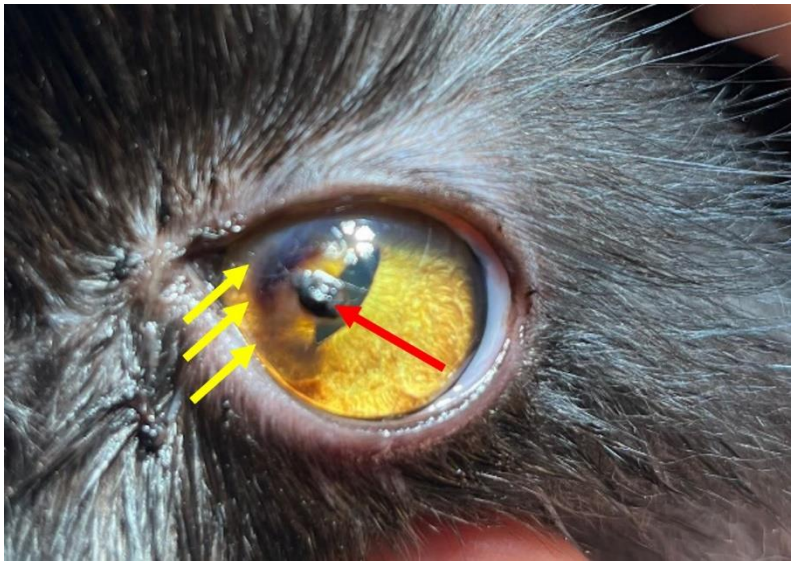


Figure 1. Image of corneal sequestration in a cat. (Yellow arrows are the borders of the lesion, red arrow is the center of the lesion)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

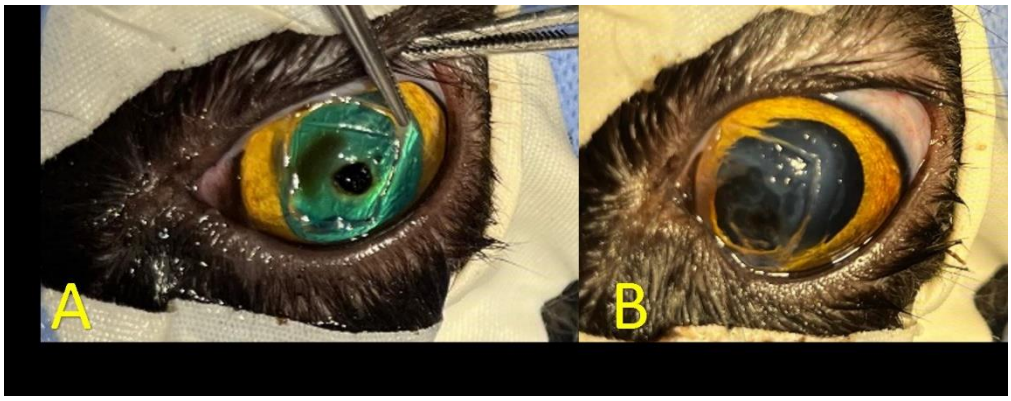


Figure 2. Lamellar dissection of the sequester on the cornea with the help of a corneal knife. (A: A: Image after 2-layer corneal lamellar dissection, B: after complete removal of the sequestrant)



Figure 3. Mobilization of the corneoconjunctival graft after removal of the sequestrum

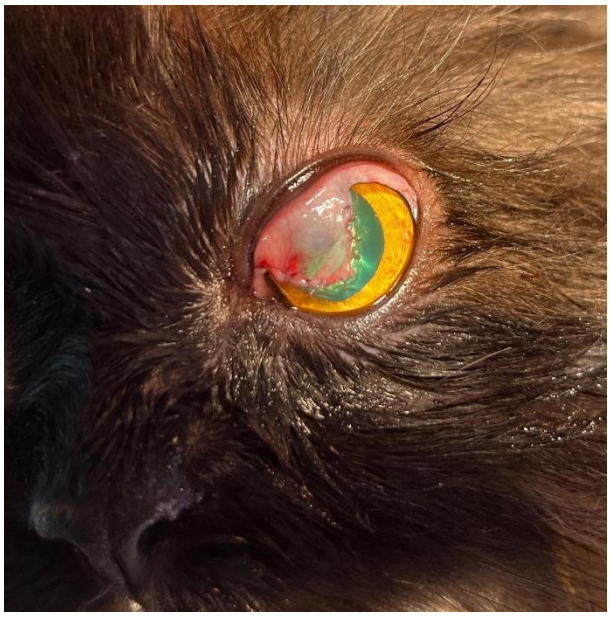


Figure 4. Post-surgical image

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Figure 5: Corneal sequestration Post-operative images in the 6-month period (1: 1st month, 2: 2nd month, 3: 3rd month, 4: 4th month, 5: 5 th month, 6: 6 th month)

4. DISCUSSION AND CONCLUSION

Corneal sequestration is a progressive disease that causes corneal necrosis and is frequently seen in cats, especially Persian cats (Featherstone and Sansom 2004; Dalla et al. 2007; Laguna et al. 2015). Previous studies have shown that the reporting of this disease in Persian cats is consistent with our findings. Feline corneal sequestration typically requires surgical treatment to stop the progression of the lesion and allow the cornea to heal (Soontornvipart et al. 2003). Keratoplasty is one of the most commonly used surgical treatments (Pumphrey et al. 2018, Michel et al. 2021, Xu et al. 2022). In the present study, surgical treatment was applied with corneo-conjunctival graft in addition to keratoplasty. This method, which uses the patient's own tissues and generally provides good corneal clarity, encourages its use in the treatment of corneal sequestration. Additionally, it does not create extra costs, which is an advantage. Artificial graft materials, due to their costs, storage conditions, and short shelf life, have disadvantages compared to conjunctival grafts, and their success rates are still debated (Pumphrey et al. 2018). In a study of 13 Persian cats, after corneo-conjunctival grafts, the degree of corneal opacity was reported as 1.61 after approximately 18 months of follow-up (Laguna et al. 2015). In another study, after corneo-conjunctival graft application in 52 cats, a 6-month follow-up showed that 36 cats had grade 2 and 11 cats had grade 3. In our study, at the 6th month, corneal clarity was observed to be grade 1. These results are similar to those reported by Laguna et al. (2015).

In conclusion, corneal sequestration is a significant disease that can lead to vision loss. Corneo-conjunctival grafts, due to their advantages of not requiring costs and utilizing the patient's own tissues, as well as the good results obtained, are concluded to be a preferred surgical method in the treatment of corneal sequestration.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

REFERENCES

[1] Multari, D., Perazzi, A., Contiero, B., Carobbi, B., Bertoldi, M., & Iacopetti, I. Corneal sequestra in cats: 175 eyes from 172 cases (2000–2016). Journal of Small Animal Practice, 62(6), 462-467, 2021.

[2] Graham, K. L., White, J. D., & Billson, F. M. Feline corneal sequestra: outcome of corneoconjunctival transposition in 97 cats (109 eyes). Journal of feline medicine and surgery, 19(6), 710-716, 2017.

[3] Laguna, F., Leiva, M., Costa, D., Lacerda, R., & Peña Gimenez, T. Corneal grafting for the treatment of feline corneal sequestrum: a retrospective study of 18 eyes (13 cats). Veterinary ophthalmology, 18(4), 291-296, 2015.

[4] Featherstone, H. J., & Sansom, J. Feline corneal sequestra: a review of 64 cases (80 eyes) from 1993 to 2000. Veterinary Ophthalmology, 7(4), 213-227, 2004.

[5] Cullen, Njaa, & Grahn. Ulcerative keratitis associated with qualitative tear film abnormalities in cats. Veterinary Ophthalmology, 2(3), 197-204, 1999.

[6] Dalla, F., Pisoni, L., & Masetti, L. Feline corneal sequestration: a review of medical treatment in 37 cases. Veterinary research communications, 31, 285, 2007

[7] Soontornvipart, K., Tuntivanich, N., Kecova, H., & Raušer, P. Conjunctival pedicle graft in dogs and cats: a retrospective study of 88 cases. Acta Veterinaria Brno, 72(1), 63-69, 2003.

[8] Michel, J., Vigan, M., & Douet, J. Y. Autologous lamellar keratoplasty for the treatment of feline corneal sequestrum: A retrospective study of 35 eyes (2012–2020). Veterinary Ophthalmology, 24(5), 491-502, 2021.

[9] Xu, H., Sapienza, J. S., Jin, Y., Lin, J., Zheng, X., Dong, H., ... & Lin, D. Lamellar Keratoplasty Using Acellular Bioengineering Cornea (BioCorneaVetTM) for the Treatment of Feline Corneal Sequestrum: A Retrospective Study of 62 Eyes (2018–2021). Animals, 12(8), 1016, 2022.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE AKADEMİK ERTELEME VE ETİK DEĞERLERE YATKINLIK

Doç. Dr. Süleyman BALCI
Kırıkkale Üniversitesi, meb.suleyman@gmail.com,
0000-0001-9374-8808

Rabia DİŞBUDAK ERYILMAZ
Kırıkkale Üniversitesi, kku.grupbir@gmail.com
0009-0000-3575-4855

ÖZ

Akademik erteleme davranışı, bireylerin akademik konulardaki sorumluluklarını verilen süre içerisinde yerine getirmede güçlük yaşanması durumunu belirtmektedir. Bu durum, akademik çalışmalar yapması beklenen bireylerin başarı düzeylerini ve zaman yönetim becerilerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Diğer taraftan, etik değerlere yatkınlık durumu, bireylerin etik kararlar alırken ahlaki değerleri ne kadar önemsediğini ifade etmektedir. Bu çalışmada, üniversite öğrencilerinin akademik erteleme eğilimleri ve etik değerlere yatkınlık düzeyleri çeşitli değişkenler (cinsiyet, eğitim durumu, gelir düzeyi, ebeveyn eğitim düzeyi ve ebeveyn tutumları) açısından incelenmiştir. Bu araştırmanın yöntemi olarak, ilişkisel tarama modeli ve nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada katılımcı olarak çeşitli üniversitelerden 76 erkek ve 124 kadın katılımcı olarak toplamda 200 üniversiteye devam öğrenci yer almıştır. Araştırmaya yönelik gerekli verileri toplamak üzere Akademik Erteleme Eğilimi Ölçeği ve Etik Değerlere Yatkınlık Ölçeği katılımcılara uygulanmıştır. Araştırmada ulaşılan bulgulara göre cinsiyete, gelir durumuna ve anne baba eğitim durumuna göre üniversite öğrencilerinin akademik erteleme ve etik değerlere yatkınlık düzeylerinde anlamlı farklılık bulunmadığı; ancak, mükemmeliyetçi ebeveynlere sahip öğrencilerin akademik erteleme ve etik değerlere yatkınlık düzeylerinin diğer anne baba tutumları ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca, etik değerlere yatkınlık düzeyi arttıkça akademik erteleme eğiliminde azalma olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, etik değerlere daha yatkın üniversite öğrencilerinin, akademik görevlerini zamanında yerine getirmekte daha dikkatli olduğu anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akademik Erteleme, Etik Değerler, Üniversite Öğrencileri

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ACADEMIC PROCRASTINATION AND INCLINATION TO ETHICAL VALUES IN UNIVERSITY STUDENTS

ABSTRACT

Academic procrastination behaviour indicates that individuals have difficulty in fulfilling their responsibilities in academic subjects within the allotted time. This situation may cause a negative impact on the level of success and time managing skills of individuals who need to undertake academic studies. In addition, ethical sensitivity means to the extent to which individuals consider moral values when making ethical decisions. In this study, the academic procrastination tendencies and ethical values susceptibility levels of university students were examined in relation to various variables (gender, education level, income level, parental education level and parental attitudes). Relational survey model and quantitative research method were used as the method of this study. A sum of 200 university students (124 female and 76 male) from different universities were included in the study. For collecting necessary data for the study, the Academic Procrastination Tendency Scale and the Ethical Values Disposition Scale were administered to students. As results of the study, it was found that there is no significant difference in the levels of academic procrastination and ethical values disposition of university students according to gender, income status and parental education level; however, it was found that the levels of academic procrastination and ethical values disposition of students with perfectionist parents were higher than those of students with other parental attitudes. Moreover, it was observed that as the level of ethical values predisposition increased, the tendency to academic procrastination decreased. This suggests that the students who have higher levels of ethical values are more careful about completing their academic work on time.

Keywords: Academic Procrastination, Ethical Values, University Students

1. GİRİŞ

Erdem ve kusur gibi kavramların ele alındığı etik, insanın davranışlarını ve bu davranışlara ilişkin sonuçları değerlendirmektedir ve bu davranışların topluma ve bireye yönelik sonuçlarını dikkate almaktadır. Etik değerlere yatkınlık durumu, bireylerin etik kararlar alırken ahlaki değerleri ne kadar önemsediğini işaret eder. Akademik erteleme davranışı, bireylerin akademik konulardaki sorumluluklarını verilen süre içerisinde yerine getirmede güçlük yaşanması durumunu belirtmektedir. Bu durum, akademik çalışmalar yapması beklenen bireylerin başarı düzeylerini ve zaman yönetimi becerilerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Diğer taraftan, etik değerlere yatkınlık durumu, bireylerin etik kararlar alırken ahlaki değerleri ne kadar önemsediğini ifade etmektedir.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada amaç, üniversite öğrencilerinin akademik erteleme eğilimlerini ve etik değerlere yatkınlık düzeylerini çeşitli değişkenler (cinsiyet, eğitim durumu, gelir düzeyi,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ebeveyn eğitim düzeyi ve ebeveyn tutumları) açısından incelemektir. Bu doğrultuda şu sorular ele alınmıştır:

1- Üniversite öğrencilerinin akademik erteleme eğilimleri ve etik değerlere yatkınlıkları anlamlı düzeyde ilişkili midir?
2- Üniversite öğrencilerinde akademik erteleme eğilimleri ve etik değerlere yatkınlık düzeyi cinsiyet, eğitim durumu, gelir düzeyi, ebeveyn eğitim düzeyi ve ebeveyn tutumlarına göre farklı mıdır?

1.2. Yöntem ve Çalışma Grubu

Bu araştırmanın uygulanmasında, ilişkisel tarama modeli ve nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada katılımcı olarak çeşitli üniversitelerden 76'sı erkek ve 124'ü kadın toplam 200 üniversite düzeyinde öğrenci yer almıştır. Araştırma için gerekli verileri toplamak üzere Akademik Erteleme Eğilimi Ölçeği ve Etik Değerlere Yatkınlık Ölçeği, Demografik Bilgi Formu kullanılmıştır.

Akademik Erteleme Ölçeği, Çakıcı'nın (2003) geliştirdiği bir ölçektir. Bu ölçek, tek boyutludur ve toplam 5'li derecelemeli likert tipinde 19 madde bulunmaktadır. Ölçeğin iç tutarlık ile ilgili güvenirlik değeri, 0.82 olarak hesaplanmıştır.

Geçerlik ve güvenirliği Kaya (2015) tarafından yapılan Etik Değerlere Yatkınlık Ölçeği, 16 maddeden oluşmaktadır. Yanıtlar 5'li Likert düzenlenmiş bir ölçektir. Ölçekte üç alt faktör bulunmaktadır: Sevgi, saygı faktöründe, 1-8. maddeler, adalet, dürüstlük faktöründe, 9-13. maddeler, iş birliği faktöründe, 14-16.maddeler yer almaktadır.

2. BULGULAR

Normallik analizi ile katılımcılardan elde edilen verilerin normal dağılımda olduğu saptanmıştır ve analizlerde parametrik istatistik tekniklerden t testi ve tek yönlü Anova analizi uygulanmıştır. Ulaşılan bulgular aşağıda verilmiştir.

Tablo 1: Ebeveyn tutumları açısından akademik erteleme ve etik değerlere yatkınlık düzeyi ile ilgili Anova bulguları

		Karelerin toplamı	sd	Ortalamalar karesi	F	P
Akademik Erteleme Puanları	Gruplar arası	1219,868	4	304,967	3,701	,006*
	Gruplar içi	16066,852	195	82,394		
	Toplam	17286,720	199			
	Gruplar arası	873,774	4	218,443	1,927	,107

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Etik Değerlere Yatkınlık Puanları	Gruplar içi	22103,746	195	113,353		
	Toplam	22977,520	199			

Ebeveyn tutumları açısından akademik erteleme ve etik değerlere yatkınlık düzeylerine ilişkin puanların Anova ile analizi elde edilen bulgularda; mükemmeliyetçi ebeveyn tutumunda akademik erteleme düzeylerinin daha yüksek olduğu; etik değerlere yatkınlık düzeylerinde farklılık olmadığı; cinsiyet, gelir düzeyi ve ebeveyn eğitim düzeyi açısından akademik erteleme ve etik değerlere yatkınlık düzeylerinde anlamlı farklılık olmadığı saptanmıştır.

Etik değerlere yatkınlık ölçeğinin ve akademik erteleme eğilimi ölçeğinin puanlarının arasındaki korelasyonun analizine ilişkin bulgularda, Etik Değerlere Yatkınlık Ölçeği ve Akademik Erteleme Ölçeği ile elde edilen puanların arasında negatif yönlü anlamlı korelasyon olduğu ($r = -0.218$, $p < 0.05$) ve etik değerlere yatkınlık düzeyi arttıkça akademik erteleme eğilimi puanlarında azalma olduğu belirlenmiştir.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, katılımcıların etik değerlere yatkınlık düzeyi ve akademik erteleme düzeyi arasında negatif yönde anlamlı ilişki olduğu belirlenmiştir. Etik değerlere daha yatkın bireylerin, akademik görevlerini zamanında yerine getirmekte daha başarılı olduğu söylenebilir. Bu çalışmanın bulguları, üniversite öğrencilerinin etik değerlerinin akademik alışkanlıklarıyla belirleyici düzeyde ilişkili olduğunu göstermektedir.

Cinsiyet, gelir düzeyi ve ebeveyn eğitim düzeyi açısından üniversite öğrencilerinin etik değerlere yatkınlık ölçeğinin ve akademik erteleme eğiliminde anlamlı farklılıklar gözlenmemiştir. Ancak ebeveyn tutumlarına göre akademik erteleme eğiliminde farklılık olduğu, ebeveynleri mükemmeliyetçi olan üniversite öğrencilerinin diğerlerine göre daha az akademik ertelemede bulunduğuna işaret etmektedir. Bu çalışmalar daha fazla katılımcı ile ayrıntılı inceleme yapılabilir. Bu doğrultuda, üniversitelerde öğrencilerinin etik farkındalıklarını artırmayı hedefleyen eğitim programları düzenlenebilir.

KAYNAKÇA

Akbay, S. & Gizir, C. (2010). Cinsiyete göre üniversite öğrencilerinde akademik erteleme davranışı: akademik güdülenme, akademik özyeterlik ve akademik yükleme stillerinin rolü. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 60-78.

Aslan, M., Ağıroğlu Bakır, A. & Umur Erkuş, Z. (2020). Öğretmen adaylarının zaman yönetimi becerileri ile akademik öz-yeterlik algıları arasındaki ilişki. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Eğitim Dergisi,* 2(1), 1-14.

Atamtürk, E., Çalık Var, E. & Gökler, R. (2020). Üniversite öğrencilerinin internet bağımlılıkları ve akademik erteleme davranışları arasındaki ilişkinin incelenmesi. Sosyal Politika ve Sosyal Hizmet Çalışmaları Dergisi, 1(1), 1-20.

Baykut Öteleş, Ş. (2018). Üniversite öğrencilerinin zaman kullanma becerilerinin akademik performans üzerine etkisi: Sakarya üniversitesi örneği. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5(8), 12-21.

Bulut, R. & Ocak. G. (2017). Öğretmen adaylarının akademik erteleme davranışlarını etkileyen etmenler. *E-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 75-90.

Çakıcı, D. Ç. (2003). Lise ve üniversite öğrencilerinde genel erteleme ve akademik erteleme davranışının incelenmesi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Engin, G. & Genç, S. Z. (2020). Öğretmen adaylarının akıllı telefon ekran kullanım süreleri ile akademik erteleme davranışları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(1), 314-325.

Kaya, İ. (2015). Etik değerlere yatkınlık ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(41), 968-974.

Kaya, Ö. S. & Odacı, H. (2019). Birey merkezli terapiye dayalı bir psikoeğitim programı akademik erteleme davranışı üzerinde ne kadar etkili? Bir değerlendirme çalışması. *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*, 9(53), 261-295.

Vural, L. & Gündüz, G. F. (2019). Öğretmen adaylarının akademik erteleme davranışları ile bilişsel farkındalık düzeyleri arasındaki ilişki. *Ilkogretim Online*, 18(1), 307-330.

Yardım, T. & Engin, G. (2022). Sınıf eğitimi öğretmen adaylarının akademik erteleme davranışları ve zaman yönetim becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 24(1), 347-368.
DOI: 10.26468/trakyasobed.1099730

Yüksel, M. Y., Sayın, M. & Dinç, S. (2020). Lise öğrencilerinin akademik erteleme davranışlarının yordanmasında bilişsel esneklik ve ruminasyonun etkisi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (Özel Sayı), 202-218.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

HEMŞİRE REHBERLİĞİNDE DİYABETES MELLİTUS YÖNETİMİ

Uzm. Hem. SEMA YABACI

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İç Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye.

sema.ybc@gmail.com sema.yabaci@gop.edu.tr

ORCID: 0000-0002-8883-7694

Doç.Dr.TÜLAY KARS FERTELLİ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, İç Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı Sivas, Türkiye

afertelli@gmail.com

ORCID: 0000-0002-8383-0805

ÖZET

Son yirmi yılda kronik hastalıkların artışı ile birlikte sağlık hizmetlerinin kullanımı bir hayli artmıştır. Aynı zamanda kronik hastalıklara bağlı olarak gelişen verimlilikte düşüşün yaşanması, komplikasyonlarla birlikte yaşam kalitesinin olumsuz şekilde etkilenmesi ve sağlık bakım maliyetlerinin artışı kronik hastalıkların etkin şekilde yönetilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Kronik hastalıklar arasında epidemi olarak kabul edilen diyabet ise; her yaştan farklı insan gruplarını etkilemesi, akut ve kronik komplikasyonlara yol açıp kalıcı organ hasarlarına neden olması, tedavi maliyetlerinde artışa neden olması, yaşam süresini ve kalitesini olumsuz etkilemesi ve dünyadaki ölüm nedenlerinden sekizinci sırada yer alması nedeni ile etkin şekilde yönetilmesi gereken bir hastalıktır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre diyabet; diyet, fiziksel aktivite, ilaç kullanımı, düzenli kontrollerin yapılması ve komplikasyonların önlenmesi ile tedavi edilerek olumsuz sonuçları önlenebilir veya geciktirilebilir. Diyabet yönetiminin, tıbbi beslenme tedavisi, düzenli fiziksel aktivite yapılması, kan glikozunun düzenlenmesi, oral antidiyabetiklerin doğru kullanımı ve yan etkilerinin kontrol altına alınması, insülin enjeksiyonu uygularken dikkat edilecek noktaların bilinmesi ve diyabet öz yönetiminin sağlanması gibi oldukça fazla boyutu bulunmaktadır. Bu karmaşık süreçte diyabet yönetim hedeflerine ulaşımın sağlanmasında öz yönetim eğitim ve desteği temel esaslardan biridir. Öz yönetim; bireylerin hastalıklarıyla ilgili semptomları tanıma, tedaviye uyum sağlama ve yaşam tarzı değişikliklerini içeren hastalık yönetim biçimidir. Diyabet öz yönetiminin sağlanması için; düzenli fiziksel egzersiz, beslenme alışkanlıklarının değiştirilmesi, hastalığın sürecine dair öz izleme, düzenli tıbbi takip ve psikososyal zorluklarla başa çıkmayı içeren yaşam şekli değişikliklerinin benimsenmesi ile birlikte medikal tedaviye uyumun sağlanması gerekir. Diyabet öz yönetim eğitimi ve desteği, günlük öz yönetim için gereken bakımın klinik, eğitimsel, psikososyal ve davranışsal yönlerinin kapsamlı bir karışımını ele alır ve diyabetli tüm

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

kişilerin günlük öz bakımlarını güvenle ve iyileştirilmiş sonuçlarla yönetmelerine yardımcı olur. Diyabetli bireylerde istenen düzeyde öz yönetimin sağlanabilmesi için hastalara diyabet hakkında yeterli bilginin verilmesi ve öz bakım becerilerinin kazandırılması gerekmektedir. Hemşirelerin bireysel ya da grup eğitimleriyle diyabet hakkında gereken bilgi ve becerileri öğreterek hastaların öz yönetimine katkıda bulunurlar. Ayrıca hemşireler eğitim dışında diyabet öz yönetim desteği adı altında çeşitli etkinlik ve uygulamalarla bireylerin diyabet yönetimine ve gereken davranış değişimine yardımcı olurlar.

Anahtar kelimeler: Diyabet, Hemşirelik, Öz Yönetim,

DIABETES MELLITUS MANAGEMENT WITH NURSE GUIDANCE

ABSTRACT

In the last twenty years, the use of health services has increased considerably with the increase in chronic diseases. At the same time, the decrease in productivity due to chronic diseases, the negative effects on the quality of life with complications and the increase in health care costs have revealed the necessity of effective management of chronic diseases. Diabetes, which is considered an epidemic among chronic diseases; It is a disease that needs to be managed effectively because it affects different groups of people of all ages, causes acute and chronic complications and causes permanent organ damage, causes an increase in treatment costs, negatively affects the duration and quality of life and ranks eighth among the causes of death in the world. According to the World Health Organization, diabetes can be treated with diet, physical activity, use of medication, regular check-ups and prevention of complications, and its negative consequences can be prevented or delayed. Diabetes management has many dimensions such as medical nutrition therapy, regular physical activity, regulation of blood glucose, correct use of oral antidiabetics and control of their side effects, knowing the points to be considered when administering insulin injections and ensuring diabetes self-management. In this complex process, self-management education and support are one of the basic principles in achieving diabetes management goals. Self-management is a disease management style that includes individuals recognizing symptoms related to their disease, adapting to treatment, and lifestyle changes. In order to ensure diabetes self-management; regular physical exercise, changing eating habits, self-monitoring the disease process, regular medical follow-up, and adopting lifestyle changes that include coping with psychosocial difficulties, as well as compliance with medical treatment are required. Diabetes self-management education and support addresses a comprehensive mix of clinical, educational, psychosocial, and behavioral aspects of care required for daily self-management and helps all people with diabetes manage their daily self-care safely and with improved results. In order to achieve the desired level of self-management in diabetic individuals, patients need to be provided with sufficient information about diabetes and gain self-care skills. Nurses contribute to patients' self-management by teaching the necessary information and skills about diabetes through individual or group training. In addition, nurses help individuals manage their diabetes and make the

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

necessary behavioral changes with various activities and practices under the name of diabetes self-management support outside of education.

Key words: Diabetes, Nursing, Self-Management,

HEMŞİRE REHBERLİĞİNDE DİYABETES MELLİTUS YÖNETİMİ

Sağlığın tanımına ilişkin mevcut söylem, DSÖ tanımı olan ‘sağlık, yalnızca hastalık ve sakatlığın olmaması değil, bedensel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik halidir’ şeklinde iken günümüzde artık 'birinin çevresine uyum sağlama yeteneği' olarak tanımlandığı daha dinamik bir tanıma doğru kaymaktadır (Velde at al., 2019). Araştırmacılar ve akademisyenler bu kavramsal fikri daha da ayrıntılı olarak ele almış ve tanıma öz yönetim kavramının dahil edilmesini önermişlerdir ve sağlığı, 'sosyal, fiziksel ve duygusal zorluklar karşısında uyum sağlama ve öz yönetim yeteneğidir' olarak tanımlamışlardır (Huber at al. 2011). Kronik hastalıklar, genellikle uzun sürelidir ve genetik, fizyolojik, çevresel ve davranışsal faktörlerin bir araya gelmesinin bir sonucudur (DSÖ, 2023). Başlıca kronik hastalıklar; kardiyovasküler hastalıklar (kalp krizi ve felç gibi), kanserler, kronik solunum yolu hastalıkları (kronik obstrüktif akciğer hastalığı ve astım gibi) ve diyabettir (DSÖ, 2023). Son yirmi yılda kronik hastalıkların artışı ile birlikte sağlık hizmetlerinin kullanımı bir hayli artmıştır. Aynı zamanda kronik hastalıklara bağlı olarak gelişen verimlilikte düşüşün yaşanması, komplikasyonlarla birlikte yaşam kalitesinin olumsuz şekilde etkilenmesi ve sağlık bakım maliyetlerinin artışı kronik hastalıkların etkin şekilde yönetilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur (Shou at al 2024; Küçükkarakurt ve Cengiz, 2023; Hosseinzadeh at al. 2022).

Kronik hastalıklar arasında epidemi olarak kabul edilen diyabet ise; her yaştan farklı hasta gruplarını etkilemesi, akut ve kronik komplikasyonlara yol açıp kalıcı organ hasarlarına neden olması, tedavi maliyetlerinde artışa neden olması, yaşam süresini ve kalitesini olumsuz etkilemesi ve dünyadaki ölüm nedenlerinden sekizinci sırada yer alması nedeni ile etkin şekilde yönetilmesi gereken bir hastalıktır (DSÖ 2024, Herder&Roden, 2022). Dünya diyabet gününde (14 Kasım 2024) yayınlanan verilere göre; dünya çapında diyabetle yaşayan yetişkinlerin sayısı 1990'dan bu yana dört katından fazla artarak 800 milyonu aşmıştır. Çalışma, yetişkinlerde küresel diyabet yaygınlığının 1990 ile 2022 arasında %7'den %14'e yükseldiğini bildiriyor. Bu artış düşük ve orta gelirli ülkelerde dikkat çekiyor ve bu ülkelerde tedaviye erişimin sürekli olarak düşük kaldığı belirtiliyor (NCD-RisC, 2024). Bu çalışmanın verilerini DSÖ yetkilileri ise şu şekilde yorumlamıştır; “Bu, sağlıksız gıdaların pazarlanmasının etkilerini, fiziksel aktivite eksikliği ve ekonomik zorluklarla birleşen obezitedeki artışı yansıtıyor. Küresel diyabet salgınını kontrol altına almak için ülkeler acilen harekete geçmeli. Bu, sağlıklı diyetleri ve fiziksel aktiviteyi destekleyen politikaların yürürlüğe konulmasıyla ve en önemlisi, önleme, erken teşhis ve tedavi sağlayan sağlık sistemleriyle başlar”. Diyabetin artan yüküne karşın Dünya Sağlık Örgütü’nün ise çeşitli girişimleri bulunmaktadır. 14 Kasım 2024’de “Diyabet Önleme ve Kontrol İçin Küresel İzleme Kılavuzu: Çerçeve, Göstergeler ve Uygulama” (Guidance on Global Monitoring for Diabetes Prevention and Control Framework, İndicators and Application) isimli yeni bir kılavuz DSÖ tarafından yayınlanmıştır. Kılavuz, ülkelere

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

diyabet önleme, bakım ve sonuçlarını izleme ve yönetme konusunda destek olmak için kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. Ayrıca, sağlık sistemi belirleyicileri, hizmet sunumu, risk faktörleri ve sonuçlar/etkiler olmak üzere bu dört alandaki göstergeleri ana hatlarıyla belirtmektedir. 2021'de başlatılan DSÖ'nün Küresel Diyabet Sözleşmesi ise, diyabet riskini azaltma ve diyabet teşhisi konulan tüm kişilerin eşit, kapsamlı, uygun fiyatlı ve kaliteli tedavi ve bakıma erişimini sağlama vizyonunu içerir. Sözleşmenin bir parçası olarak yürütülen çalışma ayrıca obezite, sağlıksız beslenme ve fiziksel hareketsizlikten kaynaklanan tip 2 diyabetin önlenmesini de destekleyecektir. DSÖ'nün 2022'de, 2030'a kadar ulaşılması gereken beş küresel diyabet kapsamı hedefi belirledi. Bu hedeflerden biri, diyabet tanısı olan kişilerin %80'inin iyi glisemik kontrole ulaşmasını sağlamaktır (DSÖ, 2024).

Diyabet mellitusta, glikozun hem enerji kaynağı olarak yeterince kullanılmadığı hem de uygunsuz glukoneogenez ve glikojenoliz nedeniyle aşırı üretildiği ve bunun sonucunda hiperglisemiye neden olduğu bir grup karbonhidrat metabolizması bozukluğu vardır. Diyabetin teşhisi, venöz plazmada artmış glikoz konsantrasyonları veya kanda artmış A1C ile yapılır. Diyabet geleneksel olarak birkaç klinik kategoriye ayrılmaktadır (örneğin, tip 1 veya tip 2 diyabet, gebelik diyabeti ve genetik nedenler, ekzokrin pankreas bozuklukları ve ilaçlar gibi diğer nedenlerden kaynaklanan diğer spesifik tipler) (ADA, 2024). Dünyada 2021 yılı itibariyle 20-79 yaş arasında 537 milyon insanın diyabet tanısı aldığı, bu sayının 2030 yılında 643 milyona, 2045 yılında 783 milyona ulaşacağı ve 2050 yılına kadar bir milyar insanı aşması tahmin edilmektedir (IDF, 2021). Uluslararası Diyabet Federasyonuna (IDF) göre dünyadaki diyabetlilerin 3/4'ünden fazlası düşük ve orta gelirli ülkelerde yaşamaktadır. IDF Türkiye'nin, 2045 yılında dünyadaki en fazla diyabetli bireyin yaşayacağı 10 ülkeden biri olacağını belirtmiştir. Günümüzde ise, Türkiye, %11.1 diyabet prevalansı ile IDF Avrupa bölgesinde en yüksek diyabet prevelansına sahip olan ülkedir ve 6,6 milyon yetişkin diyabetli ile Almanya ve Rusya'dan sonra bölgede üçüncü sırada yer almaktadır (IDF, 2021). 2021'de diyabet 1,6 milyon ölümün doğrudan nedeni iken, diyabet nedeniyle meydana gelen tüm ölümlerin %47'si 70 yaşından önce meydana gelmiştir. Ayrıca diyabet böbrek yetmezliği nedenli ölümlerin de en önemli nedenlerinden biri olmakla beraber kardiyovasküler hastalık kaynaklı ölümlerin de yaklaşık %11'inden sorumludur (DSÖ, 2024). Tüm bu olumsuz sonuçlarına karşın DSÖ'ne göre diyabet; diyet, fiziksel aktivite, ilaç kullanımı ve düzenli tarama ve komplikasyonların önlenmesi ile tedavi edilebilir ve sonuçları önlenebilir veya geciktirilebilir (DSÖ, 2024).

Diyabet, bireyi sadece fizyolojik olarak değil, sosyal, ekonomik, psikolojik ve emosyonel olarak etkileyerek, günlük yaşam aktivitelerini sınırlamaktadır (Herder&Roden, 2022). Tip 2 diyabet, tedavi sürecinin karmaşık olduğu ve bireylerin hastalığa uyum için yaşam tarzı değişikliklerini benimsemesinin gerektiği önemli bir kronik hastalıktır (Duarte-Díaz et al., 2022; Tseng, Liao, Wen & Chuang, 2017). Diyabet yönetiminin, tıbbi beslenme tedavisi, düzenli fiziksel aktivite yapılması, kan glikozunun düzenlenmesi, oral antidiyabetiklerin doğru kullanımı ve yan etkilerinin kontrol altına alınması, insülin enjeksiyonu uygulaması ve dikkat edilecek noktaların bilinmesi ve diyabet öz yönetiminin sağlanması gibi oldukça fazla boyutu bulunmaktadır (Canpolat, Ekenler& Polat, 2023). Bu çok boyutlu olan diyabet yönetiminde temel hedef kan glikoz düzeyinin kontrolünün sağlanıp, oluşabilecek akut ve kronik komplikasyonların önüne geçmektir (Canpolat, Ekenler& Polat, 2023; Chatterjee at al. 2018).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Yapılan araştırmalar, Tip 2 diyabet tanı ve tedavi süreçlerindeki önemli gelişmelere rağmen, hastalığın henüz istenen seviyede kontrol edilemediğini açıkça göstermektedir (Cousin at al. 2022; Herder&Roden, 2022; Faselis at al. 2020; Karakoç Kumsar, Yılmaz& Gündoğdu, 2019).

Yeterli glisemik kontrolün sağlanamadığı durumlarda diyabetli bireylerde hastalığın ilerlemesi kaçınılmaz olup vücudun çeşitli sistem, organ ve dokularında hasar, işlev bozuklukları ve yetersizlikler ortaya çıkmaktadır (Bozkaya & Gök Metin, 2023). Diabetes mellitus'a bağlı gelişebilecek komplikasyonların önlenmesi ya da geciktirilmesi için diyabetli bireylerin, diyabet yönetimlerini en iyi şekilde, kararlılıkla ve tükenmeden sağlamaları ve sürdürebilmeleri çok önemlidir (Aytemur &Vardar İnkaya, 2022). Diyabet yönetim hedeflerine ulaşmak ve yaşam kalitesini en üst düzeye çıkarmak için pozitif sağlık davranışlarını kazanmak ve psikolojik iyi oluşu sürdürmek gereklidir (ADA, 2024). Diyabet hastalığının her döneminde ve her gün hasta ilaç, beslenme, fiziksel aktivite ile ilgili sayısız karar vermesini gerektirir. Diyabetli bireyin bu kararları verebilmesi için kendi kendini yönetme becerisine ve çok sayıda yeterliliğe sahip olması gerekir (Erdoğan, 2021). Bu karmaşık süreçte diyabet yönetim hedeflerine ulaşımın sağlanmasında öz yönetim eğitim ve desteği temel esaslardan biridir (ADA, 2024). Öz yönetim; bireylerin hastalıklarıyla ilgili semptomları tanıma, tedaviye uyum sağlama ve yaşam tarzı değişikliklerini içeren hastalık yönetim biçimidir (Banerjee, Chakraborty & Pal, 2020). Diyabette sağlık sonuçlarını iyileştirmek ve yaşam kalitesini arttırmak öz yönetim ile doğrudan ilişkilidir (Ji et al., 2020; Liang et al., 2021). Diyabet öz yönetiminin sağlanması için; düzenli fiziksel egzersiz, beslenme alışkanlıklarının değiştirilmesi, hastalığın sürecine dair öz izleme, düzenli tıbbı takip ve psikososyal zorluklarla başa çıkmayı içeren yaşam şekli değişikliklerinin benimsenmesi ile birlikte medikal tedaviye uyumun sağlanması gerekir (Shin ve Lee, 2018). Bu yaşam şekli değişikliklerine ve çoğu zaman karmaşık olan diyabet tedavisine uyum sağlayıp, bunu günlük yaşama entegre etmek diyabetli birey için genellikle büyük bir sorun olarak karşımıza çıkabilir (Fidan vd., 2020; Lambrinou et al., 2019).

Diyabet öz yönetimi, kısa vadede kan glikoz seviyesini normal sınırlar altında tutmayı ve uzun dönemde ise olası komplikasyon riskini ortadan kaldırmayı amaçlar iken, temel hedef kalıcı davranış değişikliğinin sağlanmasıdır. Ancak kalıcı davranış değişikliğinin sağlanması tahmin edilenden çok daha zor olabilmektedir. Diyabetli bireylerin öz yönetim davranışlarını benimseyebilmesi için, diyabet konusunda yeterli bilgiye ve öz bakım becerilerine sahip olması gerekir. Bu bağlamada karşımıza diyabet öz yönetim eğitim ve desteği kavramı karşımıza çıkmaktadır. Diyabet öz yönetim eğitim ve desteği, diyabet öz yönetimini dünya çapında iyileştirmek için küresel olarak tanınan bir yöntemdir (Celik et al., 2022; Zheng et al., 2019)

Diyabet öz yönetim eğitimi ve desteği, günlük öz yönetim için gereken bakımın klinik, eğitimsel, psikososyal ve davranışsal yönlerinin kapsamlı bir karışımını ele alır ve diyabetli tüm kişilerin günlük öz bakımlarını güvenle ve iyileştirilmiş sonuçlarla yönetmelerine yardımcı olmak için temel sağlar (Powers et al. 2021). Diyabet öz yönetim eğitimi ve desteğinin genel hedefleri; klinik sonuçları, sağlık durumunu ve refahı uygun maliyetli bir şekilde iyileştirmek için bilinçli karar alma, kalıcı öz bakım davranışlarını geliştirme, sorun çözme becerisi kazanma ve sağlık ekibiyle aktif işbirliği yapmayı desteklemektir (ADA, 2024). Amerikan Diyabet Eğitimcileri Derneği ve Beslenme ve Diyetetik Akademisi'nin ortak açıklamasında, diyabet öz

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

yönetim eğitimini; diyabetin öz bakımı için gerekli bilgi, beceri ve yeteneği edinme süreci olduğunu ifade etmiştir (Hermanns et al 2020). Diyabet öz yönetim eğitimiyle diyabetli bireylerin bilgi düzeyi ve yaşam kalitelerinin arttığını, öz bakım davranışlarında ve metabolik göstergelerinde iyileşme olduğu gösterilmiştir (He et. al, 2017). Diyabet öz yönetim eğitimi, tıbbi tedavinin yanında, bireylerin ihtiyaç duydukları bilgi ve becerileri sağlayarak diyabetlerini etkin olarak kendi kendine yönetmelerine yardımcı olur (Mohamed et al. 2019). Öz yönetim eğitimlerinin, diyabet tipi ve kültürel faktörler de dikkate alınarak eğitim verilen popülasyona ve kişiye özel uyarlanması ve desteklenmesi gerekmektedir (Chatterjee et al., 2018). Benzer demografik özelliklere veya tıbbi rahatsızlıklara sahip hastaların, kişiye özel beslenme planları, fiziksel aktivite önerileri, ilaç yönetimi stratejileri, öncelikleri sıralayarak bakım hedefleri belirleme ve bireysel başa çıkma mekanizmaları geliştirmeyi içeren kişiselleştirilmiş bir yaklaşıma ihtiyaçları vardır (Pranata vd., 2021). Tip 2 diyabette öz yönetimini teşvik etmek için yapılan randomize kontrollü bir çalışma hemşire liderliğindeki kişiselleştirilmiş hasta katılımı programının diyabet öz yönetimini etkili bir şekilde teşvik edebileceğini göstermektedir (Cengiz ve Korkmaz 2023). Diyabet öz yönetim eğitim ve desteğine, diyabetli tüm kişiler katılmalıdır, çünkü bu eğitimler diyabetli kişilerin etkili öz yönetim stratejilerini belirlemelerine ve uygulamalarına ve diyabetle başa çıkmalarına yardımcı olur (ADA, 2024).

Diyabet öz yönetim eğitim ve desteği yıllık olarak yapılması tavsiye edilir ancak bireyin ihtiyacının sağlık bakım uzmanı ve/veya meslekler arası ekip tarafından değerlendirilmesi gereken ve gerektiğinde yönlendirmelerin yapılması gereken kritik zaman noktaları vardır. Diyabet öz yönetim eğitim ve desteği; tanı sırasında, tedavi hedeflerine ulaşılamadığında, öz yönetimi etkileyen karmaşık faktörler (örneğin sağlık koşulları, fiziksel sınırlamalar, duygusal faktörler veya temel yaşam ihtiyaçları) geliştiğinde, yaşam ve bakımda geçişler meydana geldiğinde tekrarlanmalıdır (ADA, 2024).

Diyabet öz yönetim eğitim ve desteğinin önemi resmen kabul edilmiş olsa da, yaşam boyu etkili diyabet öz yönetim davranışını garanti etmez (Chatterjee ve ark., 2018; Whittemore ve ark., 2004) ve öz yönetim davranışı düzeyinin müdahaleden sonra en fazla 6 ay içinde azaldığı bulunmuştur (Yang ve ark., 2022).

Diyabette öz yönetimin başarıya ulaşmasında; diyabet öz yönetim eğitimi, davranış değişimini destekleyici terapiler/ modeller ve dijital müdahalelerden yararlanılmasının hastaların hedef metabolik değerleri sağlayarak, diyabetin komplikasyon ve komorbiditelerinden korunmalarında, iyilik halinin yükseltilmesinde yararlı olduğu belertilmektedir. Ayrıca diyabet eğitimi bireyin bilgisini ve becerisini arttırarak öz bakımı uygulamaları konusunda aktif hale gelmesini, bağımsız karar vermesini ve problemleri ile başa çıkabilmesini sağlayarak öz yönetimini etkili bir şekilde gerçekleştirmesini sağlar (Canpolat vd. 2022).

Diyabetli bireylerde hedeflenen öz yönetim düzeyine ulaşmak için bireylerin diyabet hakkındaki bilgilerinin yeterli düzeyde olması ve öz bakım becerilerinin kalıcı davranış değişikliği olacak şekilde kazanmış olması gerekmektedir (Canpolat vd. 2022; Eroğlu ve Sabuncu 2019). Hemşireler bireysel ya da grup eğitimleri ile diyabet hakkında gereken bilgi ve becerileri diyabetli bireylere öğreterek hastaların öz yönetimine katkıda bulunurlar (Yıldırım ve Hacıhasanoğlu 2020). Yapılan çalışmalar hemşirelerin eğitimin yanında diyabet öz yönetim desteği ile çeşitli etkinlik ve uygulamalarla (destekleyici terapi/modelleri, dijital uygulamalar,

eğitim, izlem ve motivasyonel görüşme), bireylerin diyabet yönetimine ve gereken davranış değişimine yardımcı olduklarını göstermiştir (Liang et al., 2021; Yıldırım ve Hacıhasanoğlu 2020; Özkan ve Bağçivan 2024; Heise et al. 2022; Hailu et al. 2021; Young et a. 2020; Muslu ve Öncel 2019).

KAYNAKÇA

[1] Velde, D., Zutter, F., Satink, T., et. al. (2019). Delineating the concept of self - management in chronic conditions: a concept analysis. BMJ Open, 9:e027775. doi:10.1136/bmjopen-2018-027775

[2] Huber, M., Knottnerus, JA., Green, L., et al. (2011). How should we define health? BMJ, 343:d4163.

[3] https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases (Erişim Tarihi: 23.11.2024).

[4] Sou, Y., Smith, D., Xuan, J., et al. (2024). Assessing disease self-management in multi-ethnic patients with chronic conditions and evaluating psychometric properties of the partners in health scale. Social Science & Medicine, 363, 117490 https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2024.117490

[5] Küçükkarakurt, G. ve Cengiz, Z. (2023). Kronik hastalıkta öz yönetim desteğinin önemi ve hemşirenin rolü. Gevher Nesibe Journal Of Medical & Health Sciences, 8(4), 1036-1043. http://doi.org/10.5281/zenodo.10048419

[6] Hosseinzadeh, H., Downie, S., Shnaigat, M. (2022). Effectiveness of health literacy- and patient activationtargeted interventions on chronic disease self-management outcomes in outpatient settings: a systematic review. In Australian Journal of Primary Health, 28(2), 83–96. https://doi.org/10.1071/PY21176

[7] https://www.who.int/news/item/13-11-2024-urgent-action-needed-as-global-diabetes-cases-increase-four-fold-over-past-decades (erişim tarihi: 23.11.24).

[8] Herder, C. and Roden, M. (2022). A novel diabetes typology: Towards precision diabetology from pathogenesis to treatment. Diabetologia, 1-13.

[9] NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC) (2024). Worldwide trends in diabetes prevalence and treatment from 1990 to 2022: a pooled analysis of 1108 populationrepresentative studies with 141 million participants. www.thelancet.com https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)02317-1.

[10] Facilitating Positive Health Behaviors and Well-being to Improve Health Outcomes: Standards of Care in Diabetes. (2024). Diabetes Care 47(Suppl. 1):S77–S110 https://doi.org/10.2337/dc24-S005

[11] IDF Diabetes Atlas (2021). 10th edition. https://diabetesatlas.org/atlas/tenth-edition/ (Erişim tarihi: 23.11.24).

[12] Duarte-Díaz, A., González-Pacheco, H., Rivero-Santana, A., et al. (2022). Factors associated withpatient empowerment in Spanish adults with type 2 diabetes: A cross-sectional analysis. Health Expectations, 25(6), 2762–2774. https://doi.org/10.1111/hex.13501

[13] Tseng, HM., Liao, SF., Wen, YP., Chuang, YJ. (2017). Stages of change concept of the transtheoretical model for healthy eating links health literacy and diabetes knowledge to glycemic control in people with type 2 diabetes. Prim Care Diabetes. 11(1):29- 36.

[14] Canbolat, Ö., Ekenler, Ş., Polat, Ü. (2022). Diyabet öz yönetiminde engeller ve kolaylaştırıcılar. Med J SDU, 29(1): 143-148.

[15] Chatterjee, S., Davies, MJ., Heller, S., Speight, J., Snoek, FJ., Khunti, K. (2018). Diabetes structured self-management education programmes: a narrative review and current innovations. Lancet diabetes endocrinol, 6(2):130-42.

[16] Cousin, E., Duncan, BB., Stein, C., Ong, KL., Vos, T., Abbafati, C., et al. (2022). Diabetes mortality and trends before 25 years of age: an analysis of the global burden of disease study 2019. Lancet Diabetes Endocrinol, 10(3):177-92.

[17] Faselis, C., Katsimardou, A., Imprialos, K., Deligkaris, P., Kallistratos, M., Dimitriadis, K. (2020). Microvascular complications of type 2 diabetes mellitus. Curr Vasc Pharmacol, 18(2):117-24.

[18] Karakoç Kumsar, A., Yılmaz, F., Gündoğdu, S. (2019). Tip 2 diyabetli bireylerde algılanan semptom düzeyi ile HbA1c ilişkisi. Cukurova Med J. 44(Suppl 1):61-68 DOI: 10.17826/cumj.551234

[19] Bozkaya, D. ve Gök Metin, Z. (2023). Tip 2 diyabette semptom durumu, öz yönetim ve bakım bağımlılığı arasındaki ilişkiye genel bakış. Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 10(2),186-193.

[20] Aytemur, M. ve Vardar İnkaya, B. (2022). Diabetes mellituslu bireylerde diyabet komplikasyon risk algısının ve diyabet öz yönetim becerilerinin incelenmesi. Turk J Diab Obes, 2: 121-130.

[21] Erdoğan, S. ve Özcan, Ş. (ed.) *Diyabet Hemşireliği Kitabı*. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 2021.

[22] Banerjee M, Chakraborty S, Pal R. (2020). Diabetes self-management amid COVID-19 pandemic. Diabetes Metab Syndr. 14(4):351-4.

[23] Ji, M., Ren, D., Dunbar-Jacob, J., Gary-Webb, T. L., Erlen, J. A. (2020). Self-management behaviors, glycemic control, and metabolic syndrome in type 2 diabetes. Nursing Research, 69(2), E9–E17. https://doi.org/10.1097/NNR.0000000000000401

[24] Liang, W., Lo, S. H. S., Tola, Y. O., & Chow, K. M. (2021). The effectiveness of self-management programmes for people with type 2 diabetes receiving insulin injection: A

systematic review and meta-analysis. International Journal of Clinical Practice, 75(11), e14636. https://doi. org/10.1111/ijcp.14636

[25] Shin, K. S., & Lee, E. H. (2018). Relationships of health literacy to self-care behaviors in people with diabetes aged 60 and above: Empowerment as a mediator. Journal of Advanced Nursing, 74(10), 2363–2372. https://doi.org/10.1111/jan.13738

[26] Fidan, Ö., Takmak, S., Zeyrek, A. S., Kartal, A. (2020). Patients with type 2 diabetes mellitus: Obstacles in coping. Journal of Nursing Research, 28(4), e105. https://doi.org/10.1097/jnr.0000000000000379

[27] Lambrinou, E., Hansen, T. B., & Beulens, J. W. (2019). Lifestyle factors, self-management and patient empowerment in diabetes care. European Journal of Preventive Cardiology, 26(2_suppl), 55–63. https:// doi.org/10.1177/2047487319885455

[28] Celik, S., Olgun, N., Yilmaz, F. T., et al. (2022). Assessment the effect of diabetes education on self-care behaviors and glycemic control in the Turkey Nursing Diabetes Education Evaluating Project (TURNUDEP): A multi-center study. BMC Nursing, 21(1), 215. https://doi.org/10. 1186/s12912-022-01001-1

[29] Zheng, F., Liu, S., Liu, Y., & Deng, L. (2019). Effects of an outpatient diabetes self-management education on patients with type 2 diabetes in China: A randomized controlled trial. Journal of Diabetes Research, 1–7. https://doi.org/10.1155/2019/1073131

[30] Powers, MA., Bardsley, JK., Cypress, M., et al. (2021). Diabetes self-management education and support in adults with type 2 diabetes: a consensus report of the American Diabetes Association, the Association of Diabetes Care & Education Specialists, the Academy of Nutrition and Dietetics, the American Academy of Family Physicians, the American Academy of PAs, the American Association of Nurse Practitioners, and the American Pharmacists Association. Diabetes Care. 43:1636–1649

[31] Hermanns, N., Ehrmann, D., Finke-Groene, K., Kulzer, B. (2020). Trends in diabetes self-management education: where are we coming from and where are we going? A narrative review. Diabetic Medicine. 37(3):436-47.

[32] He, X., Li, J., Wang, B., Yao, Q., Li, L., Song, R., et al. (2017). Diabetes self-management education reduces risk of all-cause mortality in type 2 diabetes patients: a systematic review and meta-analysis. Endocrine, 55(3):712-31.

[33] Mohamed, A., Staite, E., Ismail, K., Winkley, K. (2019). A systematic review of diabetes self-management education interventions for people with type 2 diabetes mellitus in the Asian Western Pacific (AWP) region. Nurs Open. 6(4):1424-37.

[34] Pranata, S., Wu, V., Chu, C., Nugroho, K. H. (2021). Precision health care strategies for older adults with diabetes in Indonesia: A Delphi consensus study. Medical Journal of Indonesia, 30(3), 221–227. https://doi.org/10.13181/mji.oa.215525

[35] Cengiz, D. ve Korkmaz, F. (2023). Effectiveness of a nurse-led personalized patient engagement program to promote type 2 diabetes self-management: A randomized controlled trial. Nurs Health Sci. 25:571–584. DOI: 10.1111/nhs.13048

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[36] Whittemore, S. et al. (2020) A self-management randomized controlled pilot trial for low-ıncome adults with type 2 diabetes in Mexico City. Curr Dev Nutr . 4:nzaa074.

[37] Yang, C., Lee, D. T. F., Wang, X., & Chair, S. Y. (2022). Effects of a nurse-led medication self-management intervention on medication adherence and health outcomes in older people with multimorbidity: A randomised controlled trial. International Journal of Nursing Studies, 134, 104314. https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2022.104314

[38] Eroğlu, N. ve Sabuncu, N. (2019). Diyabet öz yönetim skalası'nın (DÖYS) Türk toplumuna uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. Hemşirelik Bilimi Dergisi, 1(3):1-6.

[39] Yıldırım, A., Hacıhasanoğlu, AB., Bozdemir, N., Hacıhasanoğlu Aşılar, R. (2020). Diyabet öz yönetiminde çok disiplinli ekip yaklaşımı [Multidisciplinary team approach to diabetes self-management]. TJFMPC14(3):479-91. [Crossref]

[40] Özkan A, Bağçivan G. (2024). Diyabet hastalarının öz yönetimi: Türkiye'de hemşirelik alanında yapılmış lisansüstü tezlerin incelenmesi: Sistematik derleme. Turkiye Klinikleri J Nurs Sci,16(3):943-69.

[41] Heise, M., Heidemann, C., Baumert, J. et al. (2022). Structured diabetes self-management education and its association with perceived diabetes knowledge, information, and disease distress: Results of a nationwide population-based study. Primary Care Diabetes, 16, 387–394

[42] Hailu, F., Hjortdahl, P., Moen, A. (2021). Effect of locally-contextualized nurse-led diabetes self-management education on psychosocial health and quality of life: A controlled before-after study. International Journal of Africa Nursing Sciences, 15, 100325

[43] Young, H., Miyamoto, S., Dharmar, M. et. al. (2020). Nurse coaching and mobile health compared with usual care to ımprove diabetes self-efficacy for persons with type 2 diabetes: Randomized controlled trial. JMIR Mhealth Uhealth. 8(3):e16665 doi: 10.2196/16665

[44] Muslu, L., Öncel, S. *Kronik hastalıklarda bakımın yönetimi ve hemşirelik*. Hacıhasanoğlu Aşılar R., (ed). 1. Baskı. Ankara, 2019. Türkiye Klinikleri. p.40-50.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

TİP 2 DİYABET YÖNETİMİNDE KULLANILAN GELENEKSELVE TAMAMLAYICI TIP YÖNTEMLERİ

Uzman Hemşire Kerime HACIKÖYLÜ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi,

k.hacikoylu@hotmail.com- ORCID ID: 0000-0001-7394-9506

Doç. Dr. Tülay KARS FERTELLİ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi,

afertelli@gmail.com-ORCID ID:0000-0002-8383-0805

ÖZET

Tip 2 diyabet (T2DM) göreceli insülin eksikliği ve periferik insülin direnci ile karakterize bireyi, toplumu ve dünyayı etkileyen önemli bir kronik hastalıktır. Hızlı kentleşme, hareketsiz yaşam ya da yetersiz fiziksel aktivite, artan obezite oranları ve kötü beslenme şekilleri T2DM'li kişilerde artışa neden olmuştur. T2DM semptomları ve komplikasyonları ile kontrol altına alınabilmesi kolay olmayan karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu nedenle bireyler modern tıbba alternatif olarak ve/veya tedavinin etkinliğini artırabilmek amacıyla geleneksel ve tamamlayıcı tıp (GETAT) uygulamalarına yönelirler. GETAT'ın bilinen yan etkilerinin azlığı, düşük maliyetli ve ulaşılabilir olması tercih edilmesinin diğer nedenleri arasında yer almaktadır. T2DM'te geleneksel Çin tıbbı, akupunktur, Tai Chi, müzik terapi gibi kullanılan GETAT yöntemleri insülin duyarlılığını artırma, pankreas adacıklarını hasardan koruma, glikojen metabolizmasını iyileştirmek, oksidatif stresi azaltma, psikolojik rahatlamayı sağlamayı ve komplikasyonların neden olduğu ağrıyı azaltmada etkilidir. Fiziksel, psikolojik ve sosyal yönden bütüncül yaklaşımın merkezine alındığı T2DM yönetiminde GETAT hastalık uyumuna ve yaşam kalitesinin yükseltilmesine katkıda bulunmaktadır. Prediyabetli bireylerde ise uygun GETAT yöntemlerinin kullanılması T2DM gelişimine karşı koruyuculuk sağlamada yardımcı olmaktadır. Bu bağlamda GETAT'ın kullanımı T2DM'li bireylerde sağlık profesyonelleri ve kanıt temelli çalışmaların ışığında teşvik edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: : Bütüncül sağlık, Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp, Tip 2 Diabetes Mellitus

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

TRADİTİONAL AND COMPLEMENTARY MEDİCİNE METHODS USED İN TYPE 2 DİABETES MANAGEMENT

ABSTRACT

Type 2 diabetes (T2DM) is a major chronic disease characterized by relative insulin deficiency and peripheral insulin resistance, affecting individuals, society and the world. Rapid urbanization, sedentary living or inadequate physical activity, increasing rates of obesity and poor diets have led to an increase in people with T2DM. T2DM has a complex structure with symptoms and complications that are not easy to control. For this reason, individuals turn to traditional and complementary medicine (GETAT) practices as an alternative to modern medicine and/or to increase the effectiveness of the treatment. The low number of known side effects, low cost and accessibility of GETAT are among to other reasons why it is preferred. GETAT methods used in T2DM such as traditional Chinese medicine, acupuncture, Tai Chi, music therapy are effective in increasing insulin sensitivity, protecting pancreatic islets from damage, improving glycogen metabolism, reducing oxidative stress, providing psychological relaxation and reducing pain caused by complications. In the management of T2DM, where a holistic approach is centered in on physical, psychological and social aspects, GETAT contributes to disease compliance and improving quality of life. In individuals with prediabetes, the use of appropriate GETAT methods helps to provide protection against the development of T2DM. In this context, the use of GETAT should be encouraged in individuals with T2DM in the light of health professionals and evidence-based studies.

Keywords: Holistic health, Traditional and Complementary Medicine, Type 2 Diabetes Mellitus

1.GİRİŞ

Tip 2 diyabet (T2DM) tüm diyabetlerin %90-95'ini oluşturur. T2DM genellikle göreceli (mutlak değil) insülin eksikliği olan ve periferik insülin direnci (insüline karşı azalmış biyolojik yanıt) olan bireyleri kapsar (ADA,2024). Hızlı kentleşme, hareketsiz yaşam ya da yetersiz fiziksel aktivite, artan obezite oranları ve kötü beslenme şekilleri T2DM'li kişilerde artışa neden olmuştur (IDF,2021; Harreiter,Roden 2023). Uluslararası Diyabet Federasyonu (IDF) verilerine göre, 2021 yılı itibariyle 537 milyon erişkin yaşta diyabet hastasının olduğu, 2045 yılında ise bu rakamın 783 milyona ulaşmasının beklendiği belirtilmiştir (IDF,2021). Avrupa'da ise en yüksek diyabetli oranı yaklaşık %15 ile Türkiye'dedir (IDF,2021).

T2DM diğer kronik hastalıklar gibi bireyi fiziksel, psikososyal ve manevi şekilde tüm yaşamını etkileyecek şekilde ortaya çıkar ve etkin bir yönetim gerektirir (Bozkaya, Gök Metin, 2023). T2DM'li bireyler bu süreçte hastalığın getirmiş olduğu komplikasyonların yönetiminde ve yaşam tarzı değişikliklerine uyumda tıbbı tedavilere ek ya da tedavinin etkisini artıracak arayışlara girmektedir. Bu doğrultuda hastalar sıklıkla geleneksel ve tamamlayıcı tıp yöntemlerine (GETAT) yönelmektedir (Çalık,2017). GETAT yöntemlerinin tercih

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

edilmesindeki başlıca nedenleri olarak; diyabetin komplikasyonları, reçete edilmeden uygulanabilir olması, uygun maliyet, kolay ulaşılabilirlik ve ilaç tedavisine uyumu kolaylaştırma gösterilmiştir (Çalık,2017; Şahin ve ark. 2019). Bu nedenler bağlamında GETAT yöntemlerine ilgi büyük ölçüde artmıştır.

2.Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp

Geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamaları eski nesillerden miras alınan beceriler, inanışlar ve kültürel yapılar doğrultusunda gelişerek günümüz tedavi şekilleri arasında yer almıştır (Talhaoğlu,2021). Dünya Sağlık Örgütü Geleneksel Tıbbı, "Bitkisel, hayvansal, mineral bazlı tıp, ruhsal terapiler ve egzersizlerin, refahı korumak, hastalıkları tedavi etmek, teşhis etmek veya önlemek amacıyla tek başına veya birlikte uygulandığı çeşitli sağlık uygulamaları, yaklaşımları, bilgi ve inançlar" olarak tanımlamaktadır. Uygulamalar, ülkenin kendi geleneklerinden oluşan ve var olan sağlık sistemine işlenmemiş sağlık uygulamalarını kapsadığında 'tamamlayıcı', 'geleneksel' veya 'alternatif tıp' şeklinde adlandırılır (WHO,2002). Türkiye'de ise "Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları Yönetmeliği" Sağlık Bakanlığı tarafından Ekim 2014 senesinde yayınlanmıştır. Yönetmelik içerisinde GETAT yöntemlerin kullanım amaçlarına, hangi hastalıklarda ve kimler tarafından uygulanabileceğine dair net ifadeler kullanılmıştır (Resmî Gazete, 2014). TAT beş kategoride değerlendirilebilir:

2.1.Geleneksel Çin tıbbı, homeopati ve ayurvedayı kapsayan "alternatif ve medikal sistem"

2.2.Biyofeedback, hipnoz, gevşeme/meditasyon, müzik, dua gibi yöntemleri içeren "Beden-zihin tedavisi"

2.3.Bitkisel tedavi, yüksek doz vitaminler, özel diyetlerle ilgilenen "Biyolojik temelli tedaviler"

2.4.İyileştirici dokunma ve reiki gibi "Enerji tedavileri"

2.5.Masaj, egzersiz, kiropraktik, hidroterapi, refleksoloji, akupre sür gibi "Manipülatif ve beden temelli tedaviler" (Şahin ve ark.2019).

2.1.1. Geleneksel Çin Tıbbı

Geleneksel Çin Tıbbı (GÇT), obezite ve diyabet dahil olmak üzere çeşitli sağlık durumlarını tedavi etmek için uzun bir kullanım geçmişine sahiptir (Chen et.al.2023). Günümüzde GÇT'nin diyabeti tedavi ettiği beş ana biyolojik mekanizma belirlenmiştir: glikoz taşınmasını ve kullanımını iyileştirmek, glikojen metabolizmasını iyileştirmek, GLP-1 salınımını teşvik etmek, pankreas adacıklarını hasardan korumak ve bağırsak florasını iyileştirmektir (Ni et.al.2024).

Akupunktur

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Akupunktur, geleneksel Çin tıbbının önemli dallarından biridir ve vücudun belirli noktalarına ince iğneler yardımıyla uyarı verilmesi ile uygulanır (Talhaoğlu,2021). Akupunkturun T2DM tedavisindeki mekanizması, insülin direncini iyileştirmek, iltihabı düzenlemek, insülin salgısını teşvik etmek, lipid metabolizma bozukluklarını iyileştirmek, oksidatif strese direnmek, obeziteyi iyileştirmek, bağırsak florasını kontrol etmek ve sinir sistemini düzenlemekle ilgilidir (Zhang et.al.2024). Daha fazla çalışmaya ihtiyaç olmakla birlikte son çalışmalar prediyabetli bireylerde tip 2 diyabetin önlemesinde koruyuculuğunu bildirmektedir (Li et.al. 2023; Guo et.al.2022).

Tai Chi

Tai Chi, hem fiziksel ve nefes egzersizini hem de farkındalığı temel alır (Talhaoğlu,2021). T2DM üzerindeki etkisi günümüzde tartışmalıdır. Son sistematik incelemelerin çoğunda Tai Chi uygulamalarının açlık kan şekeri ve HbA1c seviyelerini önemli ölçüde azaltığı, kan basıncını, serum lipid profillerini, insülin direncini, obeziteyle ilişkili endeksleri ve yaşam kalitesini iyileştirdiği bildirilmiştir (Hamasaki,2024). Bazı çalışmalarda ise uygulamaların insülin rezervini ve/veya insülin salgılanmasında azalmaya neden olabileceği unutulmadan T2DM'de bu uygulamalar planlanmalıdır (Hamasaki,2024).

2.2.1.Yoga

Yoga, zihinsel ve fiziksel sağlığı gevşeme, nefes ve farkındalık teknikleri ile iyileştirmeyi hedefler (Talhaoğlu,2021; Şahin ve ark.2019). Günlük yoga pratiği alışkanlığı zihinsel ve oksidatif stresi azaltır ve glisemik kontrol elde etmek için faydalıdır (Dhali et.al.2023). Yoganın, diyabet yönetiminde ve diyabetin öz bakımına yönelik bütünsel yaklaşımı teşvik edilebileceği düşünülmektedir (Cangelosi et.al.2024).

2.2.2.Müzik Terapi

Psikolojik rahatsızlıkları, kronik hastalıkların oluşturduğu stresi ve buhranı azaltmak ya da ortadan kaldırmak için Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinden beri kullanılan en eski yöntemlerden biridir (Talhaoğlu,2021). Müzik terapisi, endorfin salgılarını uyararak veya dikkati dağıtarak diyabetli hastaların yaşadığı ağrıyı azaltabileceği gösterilmiştir. Müzik müdahalesinin, hastaların egzersize katılımını, otonom dengeyi ve alt ekstremite kan dolaşımını iyileştirerek diyabetik durumların yönetiminde etkili olduğu bulunmuştur (Eseadi et.al. 2023).

2.3.Bitkisel Tedavi

Kökeni Çin ve Hindistan tıbbına dayanan bitkisel ilaçlar, düşük maliyetli, yan etkilerinin görülme seyrekliği ve kolay ulaşılabilirliğinden dolayı sıklıkla tercih edilmektedir (Talhaoğlu,2021). Doğa, antidiyabetik ilaçların önemli bir kaynağıdır ve bitkiler, kan şekeri kontrolünü iyileştirmek ve T2DM'de uzun vadeli komplikasyonları önlemek için değerli diyet takviyeleridir (Girgis et.al. 2022). Türkiye'de bitkisel tedavi alan T2DM'lilerin çoğunluğunun

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

bu kullanımlarını hekimleri ile paylaşmadığı bildirilmektedir (Hacıhasanoğlu Aşılar ve ark. 2023).

2.4. Enerji Temelli Tedaviler ve Reiki

Reiki, Rei ve Ki kelimelerinden oluşan, Rei "her yerde var olan", ki ise "yaşam enerjisi" anlamına gelen Japonca bir sözcüktür. Reikinin temeli, enerji merkezi olarak adlandırılan; baş, boyun, göğüs, karın boşluğu, kasıklar gibi bölgelere, 3-5 dakika dokunmak suretiyle hastalık veya dengesizliğin bu bölgelerde meydana getirdiği blokaj veya tıkanıklığın giderilmesi esasına dayanmaktadır (Özcan Yüce ve ark. 2017). Diyabetin fiziksel bir hastalık olmanın yanı sıra psikolojik ve psikososyal boyutları da vardır ve diyabetli fiziksel, duygusal, ruhsal, sosyal ve cinsellikle ilgili birçok sorun ve çatışmayla karşı karşıyadır. Reikinin diyabet yönetimine olan etkisi; kişinin tüm yönlerini keşfederek varlığını dengelemek ve iyileştirmek olarak değerlendirilebilir. Reiki her seviyede iyileşme sağladığı için, diyabetli bir kişinin Reiki ile sağlığını yükseltmesi bu alanların her birinde meydana gelen etkilerle görülmektedir (Özcan Yüce ve ark. 2017).

2.5. Refleksoloji

Vücudun belirli refleks noktalarına derin basınçlar uygulayarak gizli enerji hareketinin uygulanmasıdır (Şahin ve ark.2019). T2DM'lilerde özellikle ayak refleksolojisi ile kas elektriksel aktivitesi, basınç, dağılım ve vücut salınımı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Toledo et.al. 2022).

SONUÇ

T2DM bireyleri fiziksel açıdan olduğu kadar psikolojik ve sosyal yönden de etkilemektedir. Bu yönden diyabet bütüncül yaklaşımı gerekli kılmaktadır. Diyabetle ilişkili sağlık sorunlarını ve komplikasyonları kontrol altına alınmasıyla bireylerin yaşam kalitesi yükseltilebilir. Modern tıbba alternatif olarak ya da etkisini artırmak için geleneksel ve tamamlayıcı tıp yöntemleri tercih edilmektedir. T2DM'i kontrol altına alabilmek, nöropatinin neden olduğu ağrıyı azaltmak, diğer komplikasyonları önlemek ve prediyabetli bireylerde T2DM gelişimini engellemek için GETAT'ı sağlık profesyonelleri gözetiminde kullanılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Standards of Care in Diabetes—2024. American Diabetes Association,January,47,1,2024.

[2] International Diabetes Federation. Diabetes in Europe- 2021.https://idf.org/about-diabetes/diabetes-facts-figures/. Erişim Tarihi:08.11.2024.

[3] Harreiter, J., Roden, M. Diabetes mellitus – Definition, Klassifikation, Diagnose,Screening und Prävention. Wien Klin Wochenschr,135,1:S7–S17,2023.

[4] Bozkaya, DN., Gök, Metin, Z., Tip 2 Diyabette Semptom Durumu, Öz Yönetim ve Bakım Bağımlılığı Arasındaki İlişkiye Genel Bakış. HUHEMFAD. 2023;10(2):186-93.

[5] Çalık, A. Diyabet Tedavisinde Kullanılan Tamamlayıcı Ve Alternatif Tedaviler: Literatür Derlemesi. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 1(2), 79-84,2017.

[6] Şahin, A., Dirgar, E., Olgun, N. Diyabet Yönetiminde Kullanılan Tamamlayıcı ve Alternatif Tedaviler. Diyabet, Obezite ve Hipertansiyonda Hemşirelik Forumu Dergisi. Ocak - Haziran 2019,Cilt 11,Sayı 1.

[7] Talhaoğlu, D.Geleneksel ve Tamamlayıcı Tedavi Uygulamaları. Bütünleyici Ve Anadolu Tıbbı Dergisi, 3(1), 16-29,2021.

[8] WHO (2002). Traditional Medicine Strategy 2002-2005, World Health Organization (WHO). Geneva Retrieved from https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/67163/WHO_EDM_TRM_2002.1_eng.pdf?sequence=1 . Erişim Tarihi:08.11.2024.

[9] Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları Yönetmeliği. Resmi Gazete Sayı No:29158. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/10/20141027-3.htm . Erişim Tarihi:11.11.2024.

[10] Chen, YK., Liu, TT., Teia, FKF., Xie, MZ. Exploring the underlying mechanisms of obesity and diabetes and the potential of Traditional Chinese Medicine: an overview of the literature. Front Endocrinol (Lausanne). 2023 Aug 1;14:1218880.

[11] Ni, Y., Wu, X., Yao, W., Zhang, Y., Chen, J., Ding, X. Evidence of traditional Chinese medicine for treating type 2 diabetes mellitus: from molecular mechanisms to clinical efficacy. Pharm Biol. 2024 Dec;62(1):592-606.

[12] Zhang, S., Cui, Y., Sun, ZR., Zhou, XY., Cao, Y., Li, XL., Yin, HN. Research progress on the mechanism of acupuncture on type II diabetes mellitus. Zhen Ci Yan Jiu. 2024 Jun 25;49(6):641-649.

[13] Li, Y., Xie, K., Zeng, X., Ding, L., Wang, Y., Lu, L., Zuo, C. Effect of Zuo's warming Yang acupuncture therapy combined with lifestyle interventions on prediabetes: A randomized controlled trial. Complement Ther Med. 2023 Nov;78:102985.

[14] Guo, H., Wu, X., Lei, S., Wang, Y., Sun, W., Yang, Q., Song, B. Acupuncture-related techniques for prevention of type 2 diabetes mellitus in people with pre-diabetes: Protocol for a systematic review and meta-analysis. Medicine (Baltimore). 2022 Nov 11;101(45):e31925.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[15] Hamasaki H. Effects of Tai Chi in diabetes patients: Insights from recent research. World J Diabetes,Jan 15;15(1):1-10,2024.

[16] Dhali, B., Chatterjee, S., Sundar Das, S., Cruz, MD. Effect of Yoga and Walking on Glycemic Control for the Management of Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-analysis. J ASEAN Fed Endocr Soc. 2023;38(2):113-122.

[17] Cangelosi, G., Acito, M., Grappasonni, I., Nguyen, CTT., Tesauro, M., Pantanetti, P., Morichetti, L., Ceroni, E., Benni, A., Petrelli, F. Yoga or Mindfulness on Diabetes: Scoping Review for Theoretical Experimental Framework. Ann Ig. 2024 Mar-Apr;36(2):153-168.

[18] Eseadi, C., Amedu, AN. Potential impact of music interventions in managing diabetic conditions, World J Clin Cases, 2023 May 6;11(13):2916-2924.

[19] Girgis, MMF., Fekete, K., Homoródi, N., Márton, S., Fekete, I., Horváth, L. Use of Complementary and Alternative Medicine Among Patients With Epilepsy and Diabetes Mellitus, Focusing on the Outcome of Treatment. Front Neurosci. 2022 Jan 11;15:787512.

[20] Hacıhasanoğlu Aşılar, R., Arıkan Hacıhasanoğlu, S., Yıldırım, A., Şahin, H. Tip 2 Diabetes Mellitus Hastalarının Bitkisel Tamamlayıcı Sağlık Yaklaşımı Kullanımlarının Belirlenmesi: Kesitsel Bir Çalışma. TJFMPC. 2023;17(1):10-21.

[21] Özcan Yüce, U., Atik, D., Karatepe, H., Erdoğan, Z,. Albayrak Coşar, A. Reiki ve Diyabet. Acta Medica Alanya. 2017 - Cilt 1 - Sayı 2.

[22] Toledo, TG., Freire, LAM., Reis, LMD., Terra, AMSV., Santos, ATS. Effect of Foot Reflexology on Muscle Electrical Activity, Pressure, Plantar Distribution, and Body Sway in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Pilot Randomized Controlled Trial. Int J Environ Res Public Health. 2022 Nov 5;19(21):14547.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

SAVAŞLARIN KÜRESEL RUH SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: JEO-PSİKİYATRİ PERSPEKTİFİ

THE EFFECT OF WARS ON GLOBAL MENTAL HEALTH: A GEO-PSYCHIATRIC PERSPECTIVE

Doç. Dr., Çiçek EDİZ

Çukurova Üniversitesi

E-mail: cicekediz@hotmail.com, ORCİD ID: 0000-0002-9717-1839

Doç. Dr., Canan BİRİMOĞLU OKUYAN

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

E-mail: cananbirimoglu@subu.edu.tr, ORCİD ID: 0000-0002-7339-6072

ÖZET

Jeo-psikiyatri; savaşlar, felaketler, küreselleşme, nüfus artışı ve hareketliliği, kentleşme, tarımsal üretim, sanayileşme, jeopolitik, sosyoekonomik dönüşümler ve kültürel değişimler gibi faktörlerin birey, aile ve toplumların ruhsal sağlığı üzerindeki etkisini inceler. Tüm bu faktörler arasında savaşlar, 21. yüzyılda bireylerin ruh sağlığı için en büyük zorluklardan biridir. Çatışmaların küresel ruh sağlığı üzerindeki etkisi karmaşıktır ve insanları ve grupları farklı derecelerde etkiler. Savaşlar, halk sağlığı üzerinde yıkıcı bir etki yaratarak, genellikle toplumlar için hem acil hem de uzun vadeli sağlık riskleri oluşturmaktadır. Savaş ortamlarındaki sürekli bombardıman ve yardım eksikliği karşısında ortaya çıkan ruh sağlığı sonuçları derin ve çok yönlüdür. Ruh sağlığı ihtiyaçlarını ele almak, yalnızca acil psikolojik destek değil, aynı zamanda toplumun dayanıklılığını yeniden inşa etmek, güçlendirmek ve devam eden ruh sağlığı bakımını sağlamak için uzun vadeli stratejiler gerektirir. Savaş ortamlarında mevcut ruh sağlığı hizmetlerinin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi ve çatışmadan etkilenen bireylerin ihtiyaçlarını karşılayacak kapasitenin oluşturulması gerekmektedir. Ayrıca, uygulanacak müdahalelerin kültürel açıdan hassas ve kültüre uygun olması önemlidir.

Anahtar kelimeler: Savaş, ruh sağlığı, jeo-psikiyatri, psikososyal müdahaleler

ABSTRACT

Geo-psychiatry examines the impact of factors such as wars, disasters, globalization, population growth and mobility, urbanization, agricultural production, industrialization, geopolitics, socioeconomic transformations and cultural changes on the mental health of individuals, family and societies. Among all these factors, wars pose one of the most significant challenges to the mental health of individuals in the 21st century. The influence of conflicts on global mental health is complex and impacts people and groups to differing extents. Wars have a devastating

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

impact on public health, often posing both immediate and long-term health risks for societies. The mental health consequences of the constant bombardment and lack of assistance in war settings are profound and multifaceted. Addressing mental health needs requires not only immediate psychological support, but also long-term strategies to rebuild and strengthen community resilience and ensure ongoing mental health care. In war settings, there is a need to carefully assess existing mental health services and build capacity to meet the needs of conflict-affected individuals. It is also important that interventions are culturally sensitive and culturally appropriate.

Key words: War, mental health, geo-psychiatry, psychosocial interventions

GİRİŞ

Son zamanlarda, ruh sağlığının sosyal belirleyicilerine giderek daha fazla dikkat çekilmektedir. Bu sosyal belirleyicilerin de coğrafi, ticari, kültürel, politik ve ekonomik gibi jeopolitik faktörlerden etkilendiğini unutmamak gerekir (Sri ve ark., 2023; Çertinkaya ve Hamarta, 2023). Persaud ve ark. (2021) tarafından önerilen ‘‘Sağlığın Jeopolitik Belirleyicileri’’, ruhsal ve fiziksel sağlığı etkileyen sosyal belirleyicileri daha geniş bir çerçevesini sunmaktadır (Persaud ve ark., 2021). Jeo-psikiyatri, toplumu ve psikiyatriyi etkileyen coğrafi, politik, ekonomik, ticari ve kültürel belirleyiciler de dahil olmak üzere çeşitli jeopolitik faktörler arasındaki ara yüzü inceleyen psikiyatri alanı içinde yeni bir disiplindir. Jeo-psikiyatri, savaşlar, felaketler, küreselleşme, nüfus artışı ve hareketliliği, kentleşme, tarımsal üretim, sanayileşme, jeopolitik, sosyoekonomik dönüşümler ve kültürel değişimler gibi faktörlerin bireylerin, ailelerin ve toplumların ruhsal sağlığı üzerindeki etkisini inceler (Castaldelli-Maia ve Bhugra, 2022). Tüm bu faktörler arasında savaşlar, 21. yüzyılda bireylerin ruh sağlığı için en büyük zorluklardan biridir. Savaşlar ve silahlı çatışmalar, çok sayıda çalışmanın gösterdiği gibi, kamu ruh sağlığını önemli ölçüde etkiler. Savaşlar, toplumlar için hem anlık hem de uzun vadeli sağlık tehlikeleri sunarak, kamu sağlığı üzerinde yıkıcı bir etkiye sahiptir. Savaşlar nedeniyle sağlık risklerinin artması çok yönlüdür ve toplumları çeşitli düzeylerde etkilemektedir. Sağlıkla ilgili farklı risklerin anlaşılması, riskleri bütünsel sistem düşüncesiyle ele almak ve bunları savaşların mevcut etkisinin dikkate alınması, önceliklerin ve müdahale türlerinin belirlenmesine yardımcı olabilir (Sri ve ark., 2023).

Savaşların hem kısa hem de uzun vadede sağlık üzerindeki sonuçlarını inceleyen çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Shorrab ve ark., 2024; Bendavid ve ark., 2021; Sidel ve Levy, 2008). Savaşlar ailelere, toplumlara ve kültürlere zarar vermekte; ayrıca sınırlı kaynakları başka amaçlara yönlendirmekte ve sağlık sistemlerini ayakta tutan toplumsal temeli bozmaktadır (Shorrab ve ark., 2024). Savaş ortamında kaynakların tükenmesi, sağlık hizmetlerine erişim ve günlük yaşamın genel olarak sekteye uğraması, aşırı stres ve başka yükler yaratır ve bu da doğrudan ve dolaylı sağlık etkilerine yol açar (Sri ve ark., 2023). Kalp hastalığı, diyabet, kanser, felç, hipertansiyon, solunum yolu hastalıkları, ağız hastalıkları, artrit ve obezite gibi kronik hastalıklar yaşam kalitesinin düşmesine neden olabilir (Murray ve ark., 2002). Silahlı çatışma kaynaklı tedavi ve bakım gecikmeleri, yetersiz kontrol edilen tıbbi durumlara, olası sekellere ve diğer eşlik eden hastalıklara yol açabilir. (Shorrab ve ark., 2024). Ancak savaşların bir diğer

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

boyutu ise ruh sağlığına olan yansımalarıdır (Na ve ark., 2023). Savaşlardaki sürekli bombardıman ve yeterli yardımın olmaması, bireylerin ruh sağlığı üzerinde ciddi ve kalıcı etkilere sahip olmaktadır. Savaşa, şiddete ve istikrarsızlığa uzun süre maruz kalmak, genellikle yeterli destek ve kaynakların olmamasıyla daha da kötüleşen bir dizi psikolojik ve duygusal soruna yol açabilir. İnsanlık dışı durumlara sürekli maruz kalmanın risklerini azaltamamak, travma sonrası stres bozukluğunun (TSSB) yayılma risklerine, kronik anksiyete risklerine, derin depresyon ve intihar düşünceleri risklerine, uzun süreli keder ve karmaşık yas risklerine, madde bağımlılığı risklerine, sosyal ve toplumsal ağların bozulma risklerine ve uzun vadeli daha pek çok ruh sağlığı sorunları risklerine yol açabilir (Hajek ve ark., 2023).

SAVAŞLARIN RUH SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Savaş, ruh sağlığını daha ciddi ve uzun süreli yollarla etkiler; kazara değil kasıtlı şiddet eylemleri, yaşama yönelik tehdit, savaşta çatışmaya ve yaralanmalara maruz kalma derecesi ve sıklığı, savaşta ölüme tanık olma, sevdiklerini kaybetme, bombalama sırasında yaşamı tehdit eden durumlar, belirsizlik ve öngörülemezlik karşısında kontrol eksikliği ve savaş sırasında travmatik olayların sürekli veya daha sık meydana gelmesi yer almaktadır. (Anjum ve ark., 2023). Bu olumsuzluklar biriktikçe savaş kaynaklı travma gelişir ve bireyler ruh sağlığı ve psikososyal sorunlar geliştirmeye karşı daha savunmasız hale gelir. Mevcut bir ruhsal sağlık sorunu olan bireyler için, savaş travması ve olumsuzluklara maruz kalmak durumlarını daha da kötüleştirebilir ve sonraki tehdit edici deneyimleri daha da ağır hale getirebilir. (Hajek ve ark., 2023; Opaas ve Hartmann, 2021). Örneğin, Gazze'de devam eden savaşın ruh sağlığı üzerindeki etkisi; sadece TSSB ve kaygı risklerini değil halkın psikolojik refahını derinden etkiliyor. Savaştan kaynaklanan kayıplar ve yıkım, kapsamlı bir yas tutulmasına yol açtığı belirtilmektedir (Shorrab ve ark., 2024). Çünkü insanlar yalnızca sevdiklerini kaybetmenin değil, aynı zamanda evlerini, topluluklarını ve normallik duygusunu da kaybetmenin kederiyle de karşı karşıya kalmışlardır (Abudayya ve ark., 2023).

Savaş gibi tehlikeler sonrasında bireyler, kişisel özelliklerine ve yaşadıkları stresli olaylara bağlı olarak farklı tepkiler verirler (Opaas ve Hartmann, 2021). Savaş travmasından sonra, daha şiddetli veya daha uzun süreli psikolojik ve psikososyal zorluklar yaşama riskini artırabilecek kişisel faktörlerden bazıları; kadın olmak, çocuk veya yaşlı olmak, yoksulluk ve sosyoekonomik zorluklar, önceki veya mevcut psikolojik sorunlar, ailevi işlev bozukluğu, daha önce travmaya maruz kalma, strese ve depresyona genetik yatkınlıklar olarak sıralanabilir (Bendavid ve ark., 2021). Özellikle çocuklar, savaşın psikolojik etkilerine karşı en savunmasız gruptur. Şiddete ve istikrarsızlığa maruz kalmaları, gelişimsel sorunlara, duygusal bozukluklara ve davranışsal sorunlara yol açabilir. UNICEF, Gazze'deki şiddetin ve çalkantının çocuklarda toksik strese neden olduğunu, fiziksel ve bilişsel gelişimlerini olumsuz etkilediğini bildirdi (Shorrab ve ark., 2024). El-Khodary'nin (2020), Filistinli çocuklar üzerinde yaptığı daha önceki bir çalışmada, %88,4'ünün kişisel travma yaşadığı, %83,7'sinin başkalarında travmaya tanık olduğu, %88,3'ünün mülk yıkımını gözlemlediği ve %53,5'ine TSSB teşhisi konduğunu belirtmiştir (El-Khodary ve ark., 2020).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Savaş travması ve ilgili stres faktörlerinin, insanlar savaş durumundan ayrıldıktan sonra bile sona ermediği bir gerçektir. Çünkü yeni bir ev sahibi ülke ve yuva bulmanın stres faktörleri bu endişelerin bazılarını daha da kötüleştirebilir (El-Khodary ve ark., 2020). Ukrayna'daki çatışmalardan etkilenen kişilerin, ister kendi ülkelerindeki iç göç mağduru sığınma evleri olsun, ister yabancı bir ülkede mülteci olarak bulunsunlar, sığındıkları yerlerde yüksek düzeyde psikososyal stres tespit edilmiştir. (Mottola ve ark., 2023). Klinik araştırmacılar, mülteci popülasyonlarında yüksek oranda ruhsal sağlık sorunlarının yaygın olduğunu belirtmişlerdir. Örneğin, Steel ve ark., (2009), yetişkin mültecilerin %30'unun TSSB ve %30'dan fazlasının majör depresyon yaşadığını bildirmektedir (Steel ve ark., 2009).

Ruh Sağlığı Zorluklarının Risklerini Azaltma

Savaş ortamlarındaki sürekli bombardıman ve yardım eksikliği karşısında ortaya çıkan ruh sağlığı sonuçları derin ve çok yönlüdür. Ruh sağlığı ihtiyaçlarını ele almak, yalnızca acil psikolojik destek değil, aynı zamanda toplumun dayanıklılığını yeniden inşa etmek, güçlendirmek ve devam eden ruh sağlığı bakımını sağlamak için uzun vadeli stratejiler gerektirir (Mottola ve ark., 2023). Uluslararası toplumun çatışma bölgelerindeki artan ruh sağlığı krizlerini ele almak için yardım, destek ve kaynak sağlamadaki rolü kritik bir öneme sahiptir (El-Khodary ve ark., 2020). Çatışmanın uzun süreli doğası ve travmatik olaylara tekrar tekrar maruz kalma, çatışma sona erdikten sonra bile devam edebilen kronik ruh sağlığı koşullarına yol açabilir. Savaş ortamlarında ruh sağlığı hizmetlerine erişimde önemli bir eksiklik vardır ve bu da ruh sağlığı sorunları yaşayanların uygun yardımı aramasını ve almasını zorlaştırır. Savaşın sonrasında da nüfuslar genellikle uzun süreli stres, kötü yaşam tarzı ve tıbbi bakım eksikliği nedeniyle artan kronik ruhsal hastalık oranlarıyla mücadele eder (Mottola ve ark., 2023; (Shorrab ve ark., 2024). Çatışma sonrası genellikle fiziksel ve psikolojik rehabilitasyon hizmetlerine yüksek ihtiyaç duyulur. Savaşın beraberinde getirdiği sağlık tehlikeleri çok yönlü ve kapsamlı olup, hem bireyleri hem de toplumları çeşitli düzeylerde etkilemektedir. (Shorrab ve ark., 2024). Sonuçlar yalnızca anında değil, çatışma sona erdikten sonra da uzun süre devam edebilir ve bu zorlukları etkili bir şekilde ele almak için kapsamlı ve sürdürülebilir halk sağlığı müdahaleleri gerektirir (Castaldelli-Maia ve Bhugra, 2022).

Bu çerçevede jeo-psikiyatri, geleneksel bireysel veya demografik anlatıdan farklı ve daha kapsayıcı olan küresel ruh sağlığı çerçevesinde yeni bir yaklaşım sunmaktadır (Castaldelli-Maia ve Bhugra, 2022). Persaud ve diğerlerine (2021) göre, jeo-psikiyatri, önemli savunmasızlıklar ve ruh sağlığı sorunları olan bölgelerdeki müdahalelere öncelik verme amacıyla her ulusun savunmasızlığına ve ruh sağlığı ihtiyaçlarına göre yardımı özelleştiren bir dış politika aracı önermektedir. Bu jeopolitik bakış açısının ruh sağlığı bakımına dahil edilmemesi, uluslararası ruh sağlığının geleceğini tartışmalı hale getirecektir (Castaldelli-Maia ve Bhugra, 2022).

Ruh Sağlığını Desteklemek İçin Müdahale Programları

Savaştan etkilenen ülkelerde yaşayan bazı bireyler, savaştan kaynaklanan stres, ailevi parçalanma, maddi zorluklar ve aile rutinlerindeki değişiklikler nedeniyle olumsuz psikolojik etkiler yaşayabilirler (Karamushka, 2022). Savaşın olumsuz uzun vadeli etkileri arasında profesyonel ve sosyal işlevselliğin bozulması, sağlık sorunları, yaşam kalitesinin düşmesi ve

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

psikiyatrik bozukluklar yer alır (Knežević ve ark., 2016). Bazı durumlarda, savaş bölgelerinden gelen kişilerde profesyonel değerlendirme ve tedavi ihtiyacını gösteren bazı uyarı semptomları görülebilir. Bu semptomlar; panik ataklar, ilgisizlik belirtileri, yatakta daha uzun süre kalma, yiyecek ve içeceklere direnme, temas kurmaya çalışan kimseye yanıt vermeme, intihar düşünceleri veya girişimleri, başkalarına karşı öfke ve tehdit edici davranışlar, şiddet içeren davranışlar veya şu anda şiddete maruz kalma, aşırı kafa karışıklığı, bunama, anlamsız ve telaşlı davranışlar, psikotik semptomlar (sanrılar ve halüsinasyonlar) şeklinde sıralanabilir (Chudzicka-Czupała ve ark., 2023). Savaşın olumsuz psikolojik sonuçlarına ilişkin bir meta-analiz, TSSB için %26,51 ve majör depresif bozukluk için %23,31'lik yaygınlık değerlerini vurgulamıştır (Hoppen ve ark., 2021). Bu nedenle, ruh sağlığı uzmanlarının önemli bir görevi, savaştan etkilenen kişilerin psikolojik sıkıntısını önlemek ve yönetmek için etkili başa çıkma stratejileri geliştirmelerine yardımcı olmaktır (Chudzicka-Czupała ve ark., 2023).

Başa çıkma, savaş sonrası işlevselliği şekillendirmede önemli bir faktör ve uzun vadeli refah için önemli bir belirleyicidir. İnsanların savaşla ilgili stresi yönetmek için etkili başa çıkma stratejileri benimsemelerine yardımcı olmak, savaş kaosu sırasında savrulma ve kafalarının karışık olma hissini azaltabilir ve psikolojik refahlarını iyileştirebilir (Baker ve Berenbaum, 2007). Başa çıkma, bilişsel, duygusal veya davranışsal çabalar yoluyla belirli iç ve dış psikolojik stres kaynaklarını yönetme sürecidir (Wilson ve ark., 2005). En yaygın kullanılan başa çıkma stratejileri, sorun odaklı başa çıkma, duygu odaklı başa çıkma ve kaçınmadır (Chudzicka-Czupała ve ark., 2023; Wilson ve ark., 2005).

Sorun odaklı başa çıkma: Stres kaynaklarını değiştirerek veya ortadan kaldırarak stres yönetiminin aktif olarak takip edilmesini gerektirir (Baker & Berenbaum, 2007). Bireyler durumu esnek olarak algıladıklarında, sorun odaklı başa çıkma stratejileri uygularlar. Genellikle soruna olası çözümler üreterek, bu alternatiflerin avantajlarını ve dezavantajlarını değerlendirerek ve çözmek için gerekli adımları atarak uygulanır (Baker & Berenbaum, 2007).***Duygu odaklı başa çıkma:*** Stresli olayların duygusal sonuçlarını azaltmak için düzenleyici çabalar göstermeyi içerir (Baker ve Berenbaum, 2007; Chudzicka-Czupała ve ark., 2023). Özellikle kontrol edilemeyen veya değiştirilemeyen bir durumda kullanılır. Sorun odaklı başa çıkma yaygın olarak etkili bir strateji olarak kabul edilirken, duygu odaklı başa çıkmanın etkileri daha belirsizdir. Yaklaşımı teşvik eden bazı duygu odaklı başa çıkma stratejileri olumlu yeniden yorumlama veya sosyal destek arama gibi, uyarlanabilir olarak kabul edilir. (Chudzicka-Czupała ve ark., 2023).

Kaçınma stratejileri: Stresli durumlarla doğrudan başa çıkmaktan kaçınmak için davranışsal ve zihinsel kopuşu içerir. Önceki çalışmalar, zayıf başa çıkma stratejilerinin ek strese katkıda bulunabileceğini, olumsuz davranış örüntülerine ve psikosomatik semptomların gelişimine yol açabileceğini göstermiştir (Chudzicka-Czupała ve ark., 2023). Buna karşılık, etkili başa çıkma davranışı geliştirmek stresi azaltabilir ve insanların kişisel sorunlarını çözmelerine ve psikolojik denge ve sağlıklarını korumalarına yardımcı olabilir (Yussuf ve ark., 2013).

Savaştan etkilenen yetişkinlerde psikolojik sıkıntı ile başa çıkma stratejileri arasındaki ilişkileri inceleyen birçok araştırmacı bulunmaktadır.Sonuçlar, yaklaşımsal başa çıkma stratejilerinin (örneğin sorun çözme veya bilgi arama) nispeten düşük düzeyde psikolojik

semptomlarla ilişkili olduğunu, kaçınmacı başa çıkma stratejilerinin ise alkol tüketimi ve TSSB semptomlarıyla ilişkili olduğunu göstermiştir (Sharkansky ve ark., 2000; Chudzicka-Czupała ve ark., 2023). Genel olarak, sorun odaklı başa çıkma stratejilerinin sıkıntıyı azaltmayla ilişkili olduğu, duygu odaklı başa çıkmanın ise psikolojik işleyişi olumsuz etkilediği yönünde teorik ve ampirik temelli bir kavram vardır (Amone-P'Olak ve Omech, 2020). Ancak, savaştan etkilenen yetişkinlerin kullandığı başa çıkma stratejilerine ilişkin 50 çalışmanın sistematik bir literatür incelemesi, başa çıkma ile ruh sağlığı sonuçları arasındaki ilişkinin nüanslı olduğunu ortaya koymuştur (Seguin ve Roberts, 2017). Sonuç olarak, örneklem grupları içindeki ve arasındaki farklılıklar, başa çıkma ve ruh sağlığını araştırmak için kullanılan farklı metodolojik yaklaşımlar, önceki çalışmalarda gözlemlenen tutarsızlıkları açıklayabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu derleme, savaşların ruh sağlığı üzerindeki etkilerine dair önemli ön bilgiler sunmakta ve artan insani kriz ve sivil halka yönelik şiddetin ardından acil bir müdahale geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Savaş sonrası ruhsal destek yaklaşımında travmayla ilişkili semptomları azaltmada ve dayanıklılık oluşturmada bazı psikolojik müdahaleler faydalı olabilir, ancak aktif çatışma ortamlarında ruh sağlığı müdahalelerinin nasıl yapılacağı konusunda sınırlı rehberlik vardır. Öncelikle savaş bölgelerindeki mevcut ruh sağlığı hizmetlerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmeli ve çatışmadan etkilenen kişilerin ihtiyaçlarını karşılamak için kapasite oluşturmalıyız. Terapilerin kültürel olarak duyarlı ve alakalı olması da kritik öneme sahiptir.

KAYNAKLAR

Abudayya, A., Bruaset, G. T. F., Nyhus, H. B., Aburukba, R., & Tofthagen, R. (2023). Consequences of war-related traumatic stress among Palestinian young people in the Gaza Strip: A scoping review. Mental Health & Prevention, 200305. doi.org/10.1016/j.mhp.2023.200305

Amone-P'Olak, K., & Omech, B. (2020). Coping with post-war mental health problems among survivors of violence in Northern Uganda: Findings from the WAYS study. Journal of Health Psychology, 25(12), 1857–1870. 10.1177/1359105318775185

Anjum, G., Aziz, M., & Hamid, H. K. (2023). Life and mental health in limbo of the Ukraine war: How can helpers assist civilians, asylum seekers and refugees affected by the war? Frontiers in psychology, 14, 1129299.

Baker, J. P., & Berenbaum, H. (2007). Emotional approach and problem-focused coping: A comparison of potentially adaptive strategies. Cognition and Emotion, 21(1), 95–118. 10.1080/02699930600562276

Bendavid, E., Boerma, T., Akseer, N., Langer, A., Malembaka, E. B., Okiro, E. A., ... & Wise, P. (2021). The effects of armed conflict on the health of women and children. The Lancet, 397(10273), 522-532.

Castaldelli-Maia, J. M., & Bhugra, D. (2022). What is geopsychiatry? *International Review of Psychiatry*, *34*(1), 1-2. doi: 10.1080/09540261.2022.2031915

Chudzicka-Czupała, A., Hapon, N., Man, R. H. C., Li, D. J., Żywiołek-Szeja, M., Karamushka, L., ... & Yen, C. F. (2023). Associations between coping strategies and psychological distress among people living in Ukraine, Poland, and Taiwan during the initial stage of the 2022 War in Ukraine. European Journal of Psychotraumatology, 14(1), 2163129.

Çertinkaya, K., & Hamarta, E. (2023). Savaşta travma ve dissosiyasyona müdahaleler ve psikososyal destek hizmetleri. Öztürk E, editör. Savaş Psikolojisi, 1, 113-26.

El-Khodary, B., Samara, M., & Askew, C. (2020). Traumatic events and PTSD among Palestinian children and adolescents: the effect of demographic and socioeconomic factors. Frontiers in psychiatry, 11, 4. Doi:10.3389/fpsyt.2020.00004

Hajek, A., Kretzler, B., & König, H. H. (2023). Fear of war and mental health in Germany. Social psychiatry and psychiatric epidemiology, 58(7), 1049-1054. doi.org/10.1007/s00127-022-02394-9

Hoppen, T. H., Priebe, S., Vetter, I., & Morina, N. (2021). Global burden of post-traumatic stress disorder and major depression in countries affected by war between 1989 and 2019: A systematic review and meta-analysis. BMJ Global Health, 6(7), e006303. 10.1136/bmjgh-2021-006303

Karamushka, L. (2022). Individual mental health during war: How to preserve and maintain it. Institute of Psychology. Ukrainian.

Khawaja, N. G., White, K. M., Schweitzer, R., and Greenslade, J. (2008). Difficulties and coping strategies of Sudanese refugees: a qualitative approach. Transcult. Psychiatry 45, 489–512. doi: 10.1177/1363461508094678

Knežević, M., Krupić, D., & Šućurović, S. (2016). Coping strategies in war veterans 20 years after the exposure to extreme stress. Društvena Istraživanja, 25(3), 353–370. 10.5559/di.25.3.04

Mottola, F., Gnisci, A., Kalaitzaki, A., Vintilă, M., & Sergi, I. (2023). The impact of the Russian-Ukrainian war on the mental health of Italian people after 2 years of the pandemic: risk and protective factors as moderators. Frontiers in Psychology, 14, 1154502. doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1154502

Murray, C. J., King, G., Lopez, A. D., Tomijima, N., & Krug, E. G. (2002). Armed conflict as a public health problem. Bmj, 324(7333), 346-349.

Na, P. J., Schnurr, P. P., & Pietrzak, R. H. (2023). Mental health of US combat veterans by war era: Results from the National health and Resilience in veterans study. Journal of psychiatric research, 158, 36-40.

Opaas, M., and Hartmann, E. J. (2021). Traumatized refugees in psychotherapy: long-term changes in personality, mental health, well-being, and exile life functioning. J. Nerv. Ment. Dis. 209, 859–871. doi: 10.1097/NMD.0000000000001396

Persaud, A., Day, G., Bhugra, D., Castaldelli-Maia, J. M., Torales, J., Valsraj, K., ... & Ventriglio, A. (2021). CAPE vulnerability index. International Review of Psychiatry, 33(1-2), 43-55. doi: 10.1080/09540261.2020.1738093

Posselt, M., Eaton, H., Ferguson, M., Keegan, D., and Procter, N. (2018). Enablers of psychological well-being for refugees and asylum seekers living in transitional countries: a systematic review. Health Soc. Care Community 27, 808–823. doi: 10.1111/hsc.12680

Seguin, M., & Roberts, B. (2017). Coping strategies among conflict-affected adults in low- and middle-income countries: A systematic literature review. Global Public Health, 12(7), 811–829. 10.1080/17441692.2015.1107117

Sidel, V. W., & Levy, B. S. (2008). The health impact of war. International journal of injury control and safety promotion, 15(4), 189-195.

Sharkansky, E. J., King, D. W., King, L. A., Wolfe, J., Erickson, D. J., & Stokes, L. R. (2000). Coping with Gulf War combat stress: Mediating and moderating effects. Journal of Abnormal Psychology, 109(2), 188–197. 10.1037/0021-843X.109.2.188

Shorrab, A., Nassef, M., Subhi, A., Giwa, B., & Buheji, M. (2024). Health in the Crossfire-Analysing and Mitigating the Multifaceted Health Risks of the 2023 War on Gaza. Public Health Research, 14(1), 1-11.doi:10.2753/IJS0020-7659 420205.

Sri, A., Bhugra, D., Persaud, A., Tribe, R., Gnanapragasam, S., Castaldelli-Maia, J. M., ... & Ventriglio, A. (2023). Global mental health and climate change: A geo-psychiatry perspectiv. Asian journal of Psychiatry, 84, 103562. doi.org/10.1016/j.ajp.2023.10356

Steel, Z., Chey, T., Silove, D., Marnane, C., Bryant, R. A., and Van Ommeren, M. (2009). Association of torture and other potentially traumatic events with mental health outcomes among populations exposed to mass conflict and displacement: a systematic review and meta-analysis. JAMA 302, 537–549. doi: 10.1001/jama.2009.1132

Yussuf, A., Issa, B., Ajiboye, P., & Buhari, O. (2013). The correlates of stress, coping styles and psychiatric morbidity in the first year of medical education at a Nigerian University. African Journal of Psychiatry, 16(3), 206–215.

Wilson, G. S., Pritchard, M. E., & Revalee, B. (2005). Individual differences in adolescent health symptoms: The effects of gender and coping. Journal of Adolescence, 28(3), 369–379. 10.1016/j.adolescence.2004.08.004

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ÇAĞIMIZIN YENİ RUH SAĞLIĞI STRESÖRÜ: İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

THE NEW MENTAL HEALTH STRESS FACTOR OF OUR AGE: CLIMATE CHANGE

Doç. Dr., Çiçek EDİZ

Çukurova Üniversitesi

E-mail: cicekediz@hotmail.com, ORCİD ID: 0000-0002-9717-1839

Doç. Dr., Canan BİRİMOĞLU OKUYAN

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

E-mail: cananbirimoglu@subu.edu.tr, ORCİD ID: 0000-0002-7339-6072

ÖZET

İklim değişikliği, sadece çevresel etkileriyle değil, aynı zamanda bireylerin ve toplumların ruh sağlığı üzerinde yarattığı sonuçlarla da çağımızın en büyük krizlerinden biri haline gelmiştir. Son yıllarda hem küresel hem de yerel düzeyde etkilerini artıran bu krizin insan sağlığı üzerindeki etkileri incelendiğinde, genellikle fiziksel sonuçlara odaklanıldığı görülmektedir. Oysa iklim değişikliği, bireylerin ve toplumların ruh sağlığını da derinden etkileyen bir çağımızın yeni stresörü haline gelmiştir. Bu derlemede, iklim değişikliği ve ruh sağlığı ilişkisi, iklim değişikliğinin bireylerdeki psikolojik etkileri, ortaya çıkan yeni kavramlar ve bu sorunla mücadele için öneriler ele alınmaktadır. İklim değişikliğinin birey ve toplumsal düzeyde yarattığı ruhsal etkilerin anlaşılması, bu sorunun daha geniş bir perspektiften ele alınmasını sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: İklim değişikliği, psikososyal sorunlar, ruh sağlığı, stresör

ABSTRACT

Climate change has become one of the greatest crises of our time, not only with its environmental effects but also with the results it creates on the mental health of individuals and societies. When the effects of this crisis, which has increased its effects both globally and locally in recent years, are examined on human health, it is seen that the focus is usually on physical results. However, climate change has become a new stressor of our age that also deeply affects the mental health of individuals and societies. This review examines the relationship between climate change and mental health, the psychological effects of climate change on individuals, new concepts that have emerged, and suggestions for combating this problem. Understanding the mental effects of climate change on the individual and societal levels will enable this problem to be addressed from a broader perspective.

Key words: Climate change, psychosocial problems, mental health, stressor

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

GİRİŞ

Stres, günlük hayatımızdaki herhangi bir olay veya durum sonucunda deneyimlediğimiz kaygıların tamamı olup fiziksel ve psikolojik refahımız üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Stresör, strese neden olan herhangi bir psikolojik, fizyolojik veya çevresel faktördür. (Güçlü, 2001). İklim değişikliği, insanlığın karşı karşıya olduğu en büyük çevresel tehditlerden biri olmakla beraber, bireylerin ve toplumların ruh sağlığını etkileyen önemli bir stresör haline de gelmiştir (McMichael ve ark., 2006; Gifford ve Gifford, 2016). Sürekli değişen hava koşulları, artan doğal afetler ve çevresel bozulmalar, insanlarda sadece fiziksel değil, aynı zamanda psikolojik etkiler de yaratmaktadır (Ediz ve Yanık, 2023). Artan doğal afetler, çevresel bozulmalar ve gelecek belirsizliği, insanlarda kaygı, stres ve travma gibi psikolojik sorunlara yol açmaktadır (Rubab ve ark., 2024). Bu bağlamda, iklim değişikliğinin ruh sağlığı üzerindeki etkilerinin tartışılması, bireylerin ve toplumların bu soruna karşı daha dirençli hale gelmesi kritik bir öneme sahiptir.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE RUH SAĞLIĞI

İklim değişikliğinin doğrudan veya dolaylı olarak ruhsal refahı etkileme kapasitesi, ruhsal sağlık üzerinde özel bir yük oluştururken, dünya çapında insanların karşılanmayan ruhsal sağlık ihtiyaçlarının artması, iklim krizinin zararlı etkileri olmasa bile acil bir küresel sağlık sorununu oluşturmaktadır. (Davis ve ark., 2011; Ediz ve Yanık, 2023). İklim değişikliğine doğrudan maruz kalma yolları, sel, kasırga ve orman yangınları gibi iklim değişikliği olaylarının birinci elden deneyimi ve kuraklık gibi uzun süreli iklim değişikliği olaylarına maruz kalmayı içerir (Sri ve ark., 2023). Yapılan araştırmalar, iklim değişikliği olaylarına doğrudan maruz kalmanın travma sonrası stres bozukluğu (TSSB), depresyon, anksiyete, azalmış öznel iyilik hali, artan intihar oranları ve ruh sağlığı nedeniyle hastaneye yatış oranları gibi bir dizi ruh sağlığı sorununa yol açabileceğini göstermektedir (Cianconi ve ark., 2020; Doherty ve Clayton, 2011; Gifford ve Gifford, 2016; Noelke ve ark., 2016; Burke ve ark., 2018). Dolaylı maruz kalma yolları ise, iklim değişikliği olaylarını bizzat deneyimlemeden iklim değişikliğini algılamayı, gözlemlemeyi ve düşünmeyi ifade eder. İklim değişikliğini gözlemleme, iklim değişikliğiyle ilgili medya içeriklerini izleyerek veya bir kişinin fiziksel ve sosyal çevrelerinde iklim değişikliğiyle ilgili değişiklikleri fark etmesiyle (örneğin biyolojik çeşitlilik kaybını veya çevresel bozulmayı fark etmesi) gerçekleşebilir (van Valkengoed ve ark., 2022). Son veriler, dolaylı maruziyetin melankoli, suçluluk, üzüntü, öfke, korku, kaygı ve umutsuzluk gibi yoğun olumsuz duyguları ortaya çıkarabileceğini ve potansiyel olarak ruhsal bozukluklara yol açabileceğini göstermektedir. (Clayton, 2020; Doherty ve Clayton, 2011; McMichael ve ark., 2006). İklim değişikliğinin potansiyel ruh sağlığı sonuçları daha yaygın bir şekilde tanınır hale geldikçe, iklim kaygısı ve ekolojik keder gibi iklime ve çevreye özgü ruh sağlığı sonuçlarını tanımlayan birtakım terimler de küresel literatürde öne çıkmıştır (Clayton, 2020).

İklim kaygısı: iklim değişikliği hakkındaki algılarla ilişkili kaygıyı ifade eder (Clayton, 2020).

Eko-kaygı: Bireyin çevresel koşullara ilişkin anlayışının bir sonucu olarak deneyimlediği zihinsel durumları ve zorlayıcı duyguları ifade eder. (Pihkala, 2018).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Solastalji: Kişinin bağlantılı olduğu bir çevredeki değişiklikleri gözlemlemesinden kaynaklanan sıkıntıyı ifade eder (Gunasiri ve ark., 2024).

Ekolojik keder: Bir bireyin deneyimlediği veya beklediği ekolojik kayıpla ilgili olarak hissettiği kederi tanımlar (Clayton ve Karazsia 2020).

İklim Değişikliğinin Ruh Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Eko-kaygı ve Psikolojik Yük: İklim değişikliğiyle ilişkili olarak ortaya çıkan en yaygın ruhsal sorunlardan biri eko-kaygıdır. Bu kavram, iklim değişikliğinin yarattığı tehditler karşısında bireylerin çevresel felaketler ve gelecek belirsizliğine ilişkin hissettikleri yoğun kaygı ve umutsuzluk hissi olarak tanımlanır (Clayton, 2020; Stanley ve ark.,2021). Özellikle genç nesillerde bu kaygı, daha belirgin bir şekilde gözlemlenmektedir. Çünkü genç nesillerde, geleceğin belirsizliği ve çevresel yıkımın etkileri derin bir endişe kaynağı haline gelmiştir (Hickman et al., 2021). Araştırmalar, eko-kaygının uyku sorunları, depresyon ve tükenmişlik sendromu ve genel ruhsal rahatsızlıklara yol açabileceğini göstermektedir (Clayton, 2020; MacDonald ve ark., 2015). Grönland'da yapılan bir çalışmada, katılımcıların yaklaşık %40'ı iklim değişikliğiyle ilgili olarak orta düzeyde korku duyguları yaşadığını ifade ederken, yaklaşık %20'si üzüntü, iğrenme, umutsuzluk, suçluluk veya öfke gibi duygular bildirmiştir (Marion ve Saulnier 2020).

Doğal Afetlerin Travmatik Etkileri: İklim değişikliğinin doğrudan bir sonucu olan sel, yangın, kuraklık ve kasırga gibi afetler, TSSB başta olmak üzere çeşitli ruhsal sorunlara neden olmaktadır. Bu tür afetler yalnızca bireysel düzeyde post-travmatik stres bozukluğuna (PTSD) sebep olmakla kalmaz, aynı zamanda majör depresif bozukluk, uyku bozuklukları, yaygın anksiyete bozukluğu, madde kullanım bozuklukları, intihar ve keder tepkilerinde de artış bildirilmiştir (Ediz ve Yanık, 2023; Cianconi ve ark., 2020; Doherty ve Clayton, 2011). Ayrıca, doğal afetlerin ardından zorla yer değiştirme ve artan şiddet ile gruplar arası çatışmalar da kaydedilmiş, toplumsal dayanışma ve sosyal bağların zedelenmesine de neden olabileceği vurgulanmıştır (Ogunbode ve ark., 2024). Afet sonrası evsiz kalma, iş kaybı ve sosyal bağların zayıflaması gibi ikincil etkiler de ruh sağlığının olumsuz yönde etkilenmesine zemin hazırlar (van Valkengoed ve ark., 2022). Burke ve ark., (2018)'nın araştırmalarında, gençlerin, aşırı hava olayları gibi iklim değişikliğinin doğrudan etkilerine maruz kaldıkları ve eko-kaygı şeklinde ortaya çıkabilen ruh sağlığı sorunları yaşadıkları belirlenmiştir (Burke ark., 2018).

Toplumsal ve Kültürel Etkiler: İklim değişikliği, yerinden edilme ve göç gibi sorunlarla birleştiğinde toplulukların psikolojik dayanıklılığını zayıflatmaktadır. Özellikle dezavantajlı gruplar, iklim değişikliği nedeniyle artan eşitsizliklerden dolayı daha fazla stres ve kaygı yaşamaktadır (Ogunbode ve ark., 2024). İklim krizine en az katkı yapan toplumların, bu krizden en fazla etkilenmesi ve etkilenecek olması, eşitsizliğin derinleşmesine ve ruhsal dayanıklılığın daha da zayıflamasına neden olabilir. Yoksulluk içinde yaşayanlar, göç etmek zorunda kalanlar ve doğal afetlerden en çok etkilenen bölgelerde yaşayan bireyler, bu stresöre karşı daha savunmasızdır. Ruhsal etkiler, bu gruplar için daha derin ve uzun süreli olabilmektedir (White

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ve ark., 2023). Tüm bunların sonucunda, iklim değişikliği yoksulluk, yerinden edilme ve sosyal dışlanma gibi sorunlarla birleştiğinde, zaten dezavantajlı olan gruplar üzerinde ruh sağlığı etkilerini daha da derinleştirir daha büyük bir yük yaratır (Akresh, 2016). Dünya çapında yerli toplulukları inceleyen son sistematik incelemeler, iklim değişikliğinin özellikle iklim değişikliğinden tehdit altında olan bu gruplar için çeşitli benzersiz kırılganlık mekanizmalarını daha da kötüleştirdiği sonucuna varmıştır (Cunsolo ve ark., 2020; Cianconi ve ark., 2020). İklim değişikliği uzak ve kırsal alanlarda yaşayan toplulukları da tehdit etmektedir (Doherty ve Clayton, 2011). İklim değişikliğine yönelik duygusal tepkilerin çok yönlü olduğu ve çok sayıda faktör tarafından şekillendirildiği giderek daha belirgin hale geliyor (Hickman ve ark., 2021). Örneğin, iklim değişikliğinin gelecekteki bir tehdit olarak algılanması batı ülkelerinde daha belirginken, gelişmekte olan ülkelerdeki veya dezavantajlı sosyoekonomik gruplardaki nüfuslar farklı duygusal tepki kalıpları sergiledi ve yerel bağlamın ve kırılganlığın iklim duyguları üzerindeki derin etkisini vurguladı (McMichael ve ark., 2006; Williams, 2023)

Kronik Stres ve Belirsizlik: Sürekli değişen çevresel koşullar, bireylerde kronik stres ve belirsizlik duygusunu tetikleyebilir (Stanley ve ark.,2021). Bu durum, uzun vadede bireylerin genel psikolojik iyilik hallerini zayıflatarak ciddi ruhsal sağlık sorunlarına yol açabilir (Cunsolo ve ark., 2020). 16-25 yaş aralığındaki gençlerden oluşan küresel bir örneklemle yapılan bir çalışmada üzüntü, kaygı ve çaresizlik gibi iklimle ilgili olumsuz duyguların yüksek seviyelerde olduğu bildirilmiştir (Hickman ve ark., 2021).

İklim Değişikliği ile Mücadele Yolları ve Ruh Sağlığına Yönelik Çözüm Önerileri

İklim değişikliğinin ruh sağlığı üzerindeki etkileriyle mücadele, bireysel, toplumsal ve politik düzeyde atılacak adımlarla mümkündür (Gunasiri ve ark., 2024).

Psikososyal Destek: Afet bölgelerinde ve iklim değişikliği etkilerinin yoğun hissedildiği bölgelerde psikososyal destek programları oluşturulmalıdır. Bireylerin travma ve kaygılarla başa çıkabilmesi için profesyonel destek sağlanmalıdır (Clayton, 2024). İklim değişikliği kaynaklı stres ve travma yaşayan bireyler için danışmanlık hizmetleri sağlanmalı, özellikle afet sonrası psikososyal destek artırılmalıdır. Bu programlar, bireylerin travma ile başa çıkmasına ve ruhsal iyilik hallerini yeniden kazanmalarına yardımcı olabilir (van Valkengoed ve ark., 2022).

Farkındalık ve Eğitim: Bireylerin çevresel sorunlara çözüm üretebilmesi, kontrol duygusunu artırarak, çevre bilincini artırmayı ve bireylerin iklim değişikliğiyle başa çıkma kapasitelerini geliştirmeyi hedefleyen eğitim programları oluşturulmalıdır. Toplum genelinde iklim değişikliğinin etkileri hakkında bilgilendirme çalışmaları, farkındalık çalışmaları ile çevre dostu davranışlar öğretilmeli. Çevre dostu davranışlar, bireylerin kontrol duygusunu güçlendirerek stres seviyelerini azaltabilir ve psikolojik iyilik halini iyileştirebilir (Davis ve ark., 2011).

Sosyal Dayanışma ve Topluluk Temelli Projeler: İklim değişikliği karşısında dayanışma ağlarının oluşturulması toplumsal direnci oluşturur. Topluluk temelli projeler ve dayanışma ağları, bireylerin yalnızlık hissini azaltarak ruh sağlığını korumalarına yardımcı olabilir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çevresel farkındalık artırılarak bireylerin sorumluluk hissi güçlendirilebilir ve bu sayede bireylerin kontrol duygusu arttırılarak kaygı düzeyleri azaltılabilir (White ve ark., 2023).

Politik Adımlar ve Küresel İş birliği: Hükümetlerin ve uluslararası kuruluşların çevre politikalarını iyileştirmek ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik somut adımlar atması, bireylerde geleceğe dair umut hissini pekiştirecektir. İklim değişikliğiyle mücadele yalnızca çevresel bir zorunluluk değil, aynı zamanda ruh sağlığına yönelik bir yatırımdır. Çözüm için bireyler, toplumlar ve hükümetlerin ortak hareket etmesi gereklidir. Bu sürecin bir parçası olmak, yalnızca geleceğimizi değil, ruhsal iyilik halimizi de koruyacaktır (Gunasiri ve ark., 2024).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çevre üzerindeki etkilerinin yanı sıra iklim değişikliği insanların ruh sağlığını da tehlikeye atan bir ikilem yaratmaktadır. İnsan sağlığı üzerindeki sonuçları açısından iklim değişikliği fiziksel bir sorun; ancak ruh sağlığını da ciddi şekilde etkilemektedir. Bu sorunun psikolojik boyutlarının fark edilmesi ve bu doğrultuda çözümler geliştirilmesi hem bireylerin hem de toplumların daha dirençli hale gelmesi için kritik önemdedir. İklim değişikliğiyle mücadele sadece çevresel değil, aynı zamanda ruhsal bir sorumluluk olarak görülmeli, bu kapsamda bireysel, toplumsal ve küresel düzeyde etkin adımlar atılmalıdır. Bu krizin bireylerde ve toplumlarda yarattığı psikolojik yük, eko-kaygıdan doğal afet sonrası travmalara kadar geniş bir yelpazede değerlendirilmelidir. Bu nedenle, iklim değişikliği ile mücadelede psikolojik etkilerin göz önünde bulundurulması ve bireylerin ruhsal dayanıklılığını artırmaya yönelik stratejiler geliştirilmesi elzemdir.

KAYNAKLAR

Akresh, R. (2016). Climate change, conflict, and children. The future of children, 51-71.

Burke, S. E., Sanson, A. V., & Van Hoorn, J. (2018). The psychological effects of climate change on children. *Current psychiatry reports, 20*, 1-8.

Cianconi, P., Betrò, S., & Janiri, L. (2020). The impact of climate change on mental health: a systematic descriptive review. *Frontiers in psychiatry, 11*, 490206.

Clayton, S. (2020). Climate anxiety: psychological responses to climate change. *J. Anxiety Disord*, 74, 102263. doi: 10.1016/j.janxdis.2020.102263

Clayton, S. (2024). Climate justice beliefs related to climate action and policy support around the world. *Nature Climate Change*, 1-7.

Clayton, S., Karazsia, B.T. (2020). Development and validation of a measure of climate change anxiety. *J. Environ. Psychol, 69*,101434. doi: 10.1016/j.jenvp.2020.101434

Cunsolo, A., Harper, S. L., Minor, K., Hayes, K., Williams, K. G., & Howard, C. (2020). Ecological grief and anxiety: the start of a healthy response to climate change?. The *Lancet Planetary Health*, *4*(7), e261-e263.

Davis, J. L., Le, B., & Coy, A. E. (2011). Building a model of commitment to the natural environment to predict ecological behavior and willingness to sacrifice. J*ournal of environmental psychology*, *31*(3), 257-265. doi.org/10.1016/j.jenvp.2011.01.004

Doherty, T. J., & Clayton, S. (2011). The psychological impacts of global climate change. *American Psychologist*, *66*(4), 265.

Ediz, Ç., Yanik, D. (2023). The effects of climate change awareness on mental health: Comparison of climate anxiety and hopelessness levels in Turkish youth. *International Journal of Social Psychiatry*, *69*(8), 2157-2166. doi:10.1177/00207640231206060

Gifford, E., & Gifford, R. (2016). The largely unacknowledged impact of climate change on mental health. Bulletin of the Atomic Scientists, 72(5), 292-297.

Gunasiri, H., Patrick, R., Garad, R., Enticott, J., Meadows, G., & Snell, T. (2024). Coping with the Mental Health Impacts of Climate Change: A Green Script for Sustainable Action. *Sustainability*, *16*(3), 1022.

Güçlü, N. (2001). Stres yönetimi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21*(1).

Hickman, C., Marks, E., Pihkala, P., Clayton, S., Lewandowski, R. E., Mayall, E. E., et al. (2021). Climate anxiety in children and young people and their beliefs about government responses to climate change: a global survey. *Lancet Planet Health. 5*, e863–e873. doi: 10.1016/S2542-5196(21)00278-3

MacDonald, J. P., Willox, A. C., Ford, J. D., Shiwak, I., Wood, M., Government, R. I. C., & IMHACC Team. (2015). Protective factors for mental health and well-being in a changing climate: Perspectives from Inuit youth in Nunatsiavut, Labrador. *Social Science & Medicine*, *141*, 133-141.

Marion, D., & Saulnier, L. (2020). Minor components and wheat quality: Perspectives on climate changes. *Journal of Cereal Science*, *94*, 103001.

McMichael, A. J., Woodruff, R. E., & Hales, S. (2006). Climate change and human health: present and future risks. *The lancet*, *367*(9513), 859-869.

Noelke, C., McGovern, M., Corsi, D. J., Jimenez, M. P., Stern, A., Wing, I. S., & Berkman, L. (2016). Increasing ambient temperature reduces emotional well-being. *Environmental research*, *151*, 124-129.

Ogunbode, C. A., Doran, R., Ayanian, A. H., Park, J., Utsugi, A., van den Broek, K. L., ... & Clayton, S. (2024). Climate justice beliefs related to climate action and policy support around the world. *Nature Climate Change*, 1-7.

Pihkala, P. (2018). Eco-anxiety, tragedy, and hope: Psychological and spiritual dimension of climate change. *Zygon*, *53* (2), 545–569. https://doi.org/10.1111/zygo.12407

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Rubab, T., Noureen, S., & Manzoor, A. (2024). Evaluating the Societal Impact of Climate Change on Mental Health: Heat-Related Stress, Anxiety, and Depression in Vulnerable Populations. *Contemporary Issues in Social Sciences and Management Practices, 3*(2), 151-164.

Sri, A., Bhugra, D., Persaud, A., Tribe, R., Gnanapragasam, S., Castaldelli-Maia, J. M., ... & Ventriglio, A. (2023). Global mental health and climate change: A geo-psychiatry perspectiv. *Asian journal of Psychiatry, 84,* 103562.

Stanley, S. K., Hogg, T. L., Leviston, Z., & Walker, I. (2021). From anger to action: Differential impacts of eco-anxiety, eco-depression, and eco-anger on climate action and wellbeing. *The Journal of Climate Change and Health, 1,* 100003.

van Valkengoed, A.M., Perlaviciute, G. & Steg, L. Relationships between climate change perceptions and climate adaptation actions: policy support, information seeking, and behaviour. *Climatic Change 171,* 14 (2022). doi.org/10.1007/s10584-022-03338-7

White, B. P., Breakey, S., Brown, M. J., Smith, J. R., Tarbet, A., Nicholas, P. K., & Ros, A. M. V. (2023). Mental health impacts of climate change among vulnerable populations globally: an integrative review. *Annals of global health, 89*(1). doi: 10.5334/aogh.4105.

Williams, M. O. (2023). Climate distress and social identity: bringing theory to clinical practice. *Frontiers in Psychology, 14,* 1126922.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

TİP 2 DİYABETLİ BİREYLERİN HİPERTANSİYONDAN KORUNMA TUTUMLARI

Hem. GÜLDEN ANATACA
Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi,
ganataca@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0002-2999-4462

Doç. Dr. FERİDE TAŞKIN YILMAZ
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
feridetaskinyilmaz@subu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-0568-5902

Prof. Dr. SELDA ÇELİK
Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hemidiye Hemşirelik Fakültesi, selda.celik@sbu.edu.tr,
ORCID ID: 0000-0003-4328-3189

ÖZET

Tip 2 diyabetli bireylerde, özellikle insülin direncine ve hiperinsülinemiye bağlı olarak hipertansiyon sık görülebilmektedir. Bu nedenle tip 2 diyabetli bireylerde hipertansiyondan korunmaya yönelik bilgi ve tutumun geliştirilmesi önemlidir. Bu araştırma, tip 2 diyabetli bireylerin hipertansiyondan korunma tutumlarını belirlemek ve ilişkili değişkenleri saptamak amacıyla tanımlayıcı olarak yapılmıştır. Araştırmaya, 01 Eylül – 25 Kasım 2024 tarihleri arasında İstanbul ilinde bulunan bir eğitim ve araştırma hastanesinin dahiliye polikliniklerine tip 2 diyabet tanısı ile takip edilen ve daha önce hipertansiyon tanısı almamış olan 167 birey dahil edilmiştir. Veriler hasta tanılama formu ve Hipertansiyondan Korunma Tutumları Ölçeği ile elde edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen tip 2 diyabetli bireylerin yaş ortalaması 51,76±9,10 yıl olup %60,5'i erkek, %34,1'i halen sigara içmekte, %50,9'u fazla kilolu ve %10,8'i obezdir. Tip 2 diyabetlerin Hipertansiyondan Korunma Tutumları Ölçeği genel puan ortalaması96,28±8,10 olup hipertansiyondan korunmaya yönelik tutum düzeylerinin ortalamanın üzerinde olduğu görülmüştür. Ek olarak, yaş arttıkça hipertansiyondan korunma tutumunun iyileştiği, buna rağmen hastalık süresi arttıkça hipertansiyondan korunma tutumunun olumsuzlaştığı görülmüştür. Ayrıca kadınlarda, hiç sigara içmemiş diyabetlilerde, hastalığı hakkında eğitim almayanlarda, diyabet dışında başka kronik hastalığı bulunanlarda, diyabete bağlı komplikasyon gelişmeyenlerde ve genel sağlık durumunu kötü olarak değerlendiren katılımcılarda hipertansiyondan korunma tutumunun daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, tip 2 bireylerde hipertansiyondan korunmaya yönelik tutumun olumlu olduğu; yaş, hastalık süresi, cinsiyet, sigara içme alışkanlığı, hastalığı hakkında eğitim alma durumu, diyabet dışında başka kronik hastalık varlığı, diyabete bağlı komplikasyon gelişme durumu ve genel sağlık durumu değişkenlerin hipertansiyondan korunmaya yönelik tutum ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Sağlık profesyonellerinin tip 2 diyabetli bireylerde hipertansiyon açısından riskli bireylere eğitim vermesi ve farkındalık oluşturması önemlidir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Anahtar Kelimeler: Tip 2 diyabet, hipertansiyon, korunma, tutum

HYPERTENSION PREVENTION ATTITUDES OF INDIVIDUALS WITH TYPE 2 DIABETES

ABSTRACT

Hypertension can be frequently observed in individuals with type 2 diabetes, especially due to insulin resistance and hyperinsulinemia. Therefore, it is important to develop knowledge and attitudes towards hypertension prevention in individuals with type 2 diabetes. This study was conducted descriptively to determine the hypertension prevention attitudes of individuals with type 2 diabetes and to determine related variables. 167 individuals who were followed up with the diagnosis of type 2 diabetes in the internal medicine outpatient clinics of a training and research hospital in Istanbul between September 01 and November 25, 2024, and who had not been previously diagnosed with hypertension were included in the study. Data were obtained with the patient identification form and the Hypertension Prevention Attitudes Scale. The mean age of the individuals with type 2 diabetes included in the study was 51.76±9.10 years, 60.5% were male, 34.1% were current smokers, 50.9% were overweight and 10.8% were obese. The general mean score of the Hypertension Prevention Attitudes Scale for Type 2 Diabetes was 96.28±8.10, and it was observed that the level of attitudes towards hypertension prevention was above average. In addition, it was observed that the attitude towards hypertension prevention improved as age increased, however, as the duration of the disease increased, the attitude towards hypertension prevention became negative. In addition, it was determined that the attitude towards hypertension prevention was higher in women, diabetics who had never smoked, those who had not received education about their disease, those who had other chronic diseases other than diabetes, those who had not developed complications due to diabetes, and participants who evaluated their general health status as poor. In line with the findings obtained, it was determined that the attitude towards hypertension prevention was positive in type 2 individuals; age, duration of disease, gender, smoking habit, status of receiving education about their disease, presence of other chronic diseases other than diabetes, status of developing complications due to diabetes, and general health status variables were found to be related to the attitude towards hypertension prevention. It is important for health professionals to provide education and awareness to individuals at risk for hypertension in type 2 diabetics.

Keywords: Type 2 diabetes, hypertension, prevention, attitude

1. GİRİŞ

Tip 2 diyabet, diyabetin en yaygın görülen tipi olup, çoğunlukla 30 yaş üzeri, obez bireylerde ortaya çıkan metabolik ve kronik bir hastalıktır (TEMD, 2022). Günümüzde yaşam tarzındaki hızlı değişiklikler ile birlikte gelişmiş ve gelişmekte olan toplumların tümünde tip 2 diyabet prevalansı hızla yükselmektedir (İstek ve Karakurt, 2018). Tip 2 diyabet, hastalığa bağlı semptomlar, tedavi kullanımı, komplikasyon gelişimi gibi nedenlerle bireylerin yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir (Wróblewska ve ark, 2023).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Diyabet ve hipertansiyon, genellikle birlikte görülen ve prevalansı yüksek iki hastalık grubudur (Bitik ve Yıldız, 2009). Tip 2 diyabette hipertansiyon patogenezi multifaltöriyeldir. İnsülin direnci, hiperinsülinemi, renin anjiotensin aldosteron sistemi aktivasyonu, diyabetik nefropati varlığı, inflamasyon, artan oksidatif stres ve endotel disfonksiyonu gibi faktörler diyabetlilerde hipertansiyon gelişim riskini arttırmaktadır (Yildiz ve ark, 2020; Yamazaki ve ark, 2018). Bu nedenle tip 2 diyabetli bireylerde hipertansiyon sık görülebilmektedir (Kim ve Kim, 2022). Yapılan bir çalışmada, hastanede yatan tip 2 diyabet hastalarında hipertansiyon sıklığı %52,6 olarak bulunmuştur (Eren ve ark, 2022).

Diyabete eşlik eden hipertansiyon, diyabetin mikrovasküler ve makrovasküler komplikasyonlarının gelişimini kolaylaştırmaktadır (Eren ve ark, 2022). Bu bağlamda diyabetli bireylerde hipertansiyon gelişiminin önlenmesi önemlidir. Hipertansiyonun önlenmesinde, kilo kaybı, sağlıklı beslenme, fiziksel aktiviteyi artırma ve alkol tüketimini azaltma gibi değiştirilebilir risk davranışlarını yönetimi hedeflenmektedir (Mutluay, 2017; Long ve Dagogo-Jack, 2011). Bununla birlikte, hipertansiyonu önlemek için, bireylerin hipertansiyondan korunma tutumlarının değerlendirilmesi gerekmektedir. Hipertansiyondan korunma tutumu, bireylerin hem risk faktörlerine yönelik bilgi düzeylerinin belirlenmesine, hem de hekime bilgi eksikliğini tespit ve giderme, hastaya yanlış davranışlarını kontrol ve değiştirme fırsatı sağlayabilmektedir. Bu yönüyle hipertansiyondan korunma tutumu, sağlıklı yaşam için öneriler vermekten daha etkili olabilmektedir (Albayrak ve Şengezer, 2022).

Literatür incelendiğinde, diyabetli bireylerde hipertansiyondan korunmaya yönelik yaklaşımlar vurgulansa da, hastaların bu konudaki tutumlarının incelenmediği görülmektedir. Bu çalışmanın, diyabetli bireylerde önlenebilir bir komplikasyon olan hipertansiyon konusunda sağlık profesyonellerine ve literatüre katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Amacı ve Tipi

Araştırma, tip 2 diyabetli bireylerin hipertansiyondan korunma tutumlarını belirlemek ve ilişkili değişkenleri saptamak amacıyla tanımlayıcı olarak yapılmıştır.

2.2. Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, 01 Eylül – 25 Kasım 2024 tarihleri arasında İstanbul ilinde bulunan bir eğitim ve araştırma hastanesinin dahiliye polikliniklerine tip 2 diyabet nedeniyle başvuran hastalar oluşturmuştur. Çalışmada örneklem seçim yöntemine gidilmemiş olup dahil edilme kriterlerine uyan tüm hastalar çalışmaya alınmıştır. Araştırmaya dahil edilme kriterleri; okur-yazar olma, 18 yaş ve üzeri olma, sözel iletişim engeli olmama, hipertansiyon ya da böbrek hastalığı bulunmama ve çalışmaya katılmayı kabul etme şeklinde belirlenmiştir. Bu bağlamda çalışma 167 tip 2 diyabetli bireyle tamamlanmıştır.

2.3. Veri Toplama Araçları

Veriler hasta tanılama formu ve Hipertansiyondan Korunma Tutumları Ölçeği ile elde edilmiştir.

Hasta tanılama formu: Form iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, hastaların sosyodemografik özellikleri (yaş, boy, kilo, medeni durum, eğitim durumu gibi) içeren 11 soru bulunmaktadır. İkinci bölümde ise hastaların hastalık ile ilgili özelliklerini (hastalık süresi,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

tedavi şekli, diyete ve egzersize uyum, komplikasyon gelişme durumu vb) sorgulayan 12 soru yer almaktadır.

Hipertansiyondan Korunma Tutumları Ölçeği: Albayrak ve Şengezer tarafından 2022 yılında hipertansiyondan korunma amacıyla geliştirilmiş ilk tutum ölçeğidir. Ölçek, 26 madde ve beş alt boyuttan oluşmaktadır. Ölçek alt boyutları korunma ve kontrol, alışkanlık ve yaşam şekli, beslenme tutumu, ruhsal durum ve fiziksel aktivite, hastalık ve risk bilgisidir. Ölçek 5'li likert tipinde olup her madde "Hiç katılmıyorum-Kesinlikle katılıyorum" şeklinde puanlanmaktadır. Ölçekten 26-130 arası puan alınabilmektedir. Puan yüksekliği hipertansiyondan korunma tutumunun olumlu olduğunu göstermektedir. Ölçeğin geliştirilme çalışmasında Cronbach alfa değeri 0,91 bulunmuştur (Albayrak ve Şengezer, 2022). Ölçeğin bu çalışmada Cronbach alfa değeri 0,86 olarak bulunmuştur.

2.4. Verilerin Toplanması

Veriler, araştırmacılar tarafından hastalarla görüşme odasında yüz yüze görüşülerek elde edilmiştir. Araştırmacı tip 2 diyabetli bireylere araştırma hakkında sözel olarak bilgi vermiş, hastaların sözel ve yazılı onamlarını altıktan sonra, araştırmayı kabul edenlere anket formlarını uygulamıştır. Ayrıca hastaların boy ve kilo ölçümleri araştırmacılar tarafından yapılmış olup kg/m^2 formülüne göre beden kitle indeksi (BKİ) değeri hesaplanmıştır. BKİ değerine göre beden yapısı, 18.50-24.99 kg/m^2 arasında normal kilolu, 25.00-29.99 kg/m^2 arasında fazla kilolu ve 30.00 kg/m^2 ve üzeri ise obez olarak değerlendirilmiştir. Anketlerin uygulanması ve ölçümlerin yapılması ortalama 20-25 dakika sürmüştür.

2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Veriler SPSS 29.0 programında analiz edilmiştir. Verilerin normalliği Kolmogorov- Smirnov testi ile değerlendirilmiş ve verilerin dağılımın homojen olduğu tespit edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde, tanımlayıcı istatistiksel yöntemlerin yanı sıra (ortalama, standart sapma, yüzdelik dağılım), tip 2 diyabetli bireylerin bazı sosyodemografik ve hastalık ile ilgili değişkenlerinin Hipertansiyondan Korunma Tutumları Ölçeği puan ortalaması ile karşılaştırılmasında student t testi, tek yönlü ANOVA ve Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık $p<0.05$ olarak değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen tip 2 diyabetli bireylerin yaş ortalaması 51,76±9,10 yıl olup %60,5'i erkektir. Bireylerin büyük çoğunluğu (%88,6) evli, %36,5'i ilkokul ve %59,9'u ortaokul mezunu, %37,7'si herhangi bir işte çalışmamakta olup %68,9'unun ekonomik durumunu orta düzeydedir. Katılımcıların %98,2'si aile si ile birlikte yaşamakta olup %34,1'i halen sigara içmekte ve %6,6'sı alkol kullanmaktadır. Tip 2 diyabetli bireylerin BKİ değerine göre beden yapıları kategorize edildiğinde, %50,9'unun fazla kilolu ve %10,8'inin obez olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 2'de tip 2 diyabetli bireylerin hastalık ile ilgili özellikleri verilmiştir. Buna göre tip 2 diyabetli bireylerin hastalık süresi ortalaması 5,83±1,75 yıldır. Katılımcıların %60,5'i oral antidiyabetik tedavi ve insülin tedavisini birlikte kullanmakta olup, sadece %25,7'si ilaçları düzenli kullandığını belirtmiştir. Bireylerin %43,7'sinin diyetine dikkat etmediği ve &50,9'unun egzersiz yapmadığı tespit edilmiştir. Katılımcıların sadece %43,1'i diyabet

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

hakkında sağlık profesyonellerinden eğitim aldığını belirtmiştir. Tip 2 diyabetli bireylerin %19,2'sinin diyabet dışında başka kronik hastalığı bulunmaktadır. Katılımcıların %32,9'unda diyabete bağlı komplikasyon gelişmiştir. Bireylerin genel sağlık durumu sorgulandığında %30,5'i orta ve %69,5'i kötü olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 1. Tip 2 diyabetli bireylerin sosyodemografik özellikleri (N=167)

Özellikler	**Ort±SS**	
Yaş (yıl)	51,76±9,10	
	n	**%**
Cinsiyet		
Kadın	66	39,5
Erkek	101	60,5
Medeni durum		
Evli	148	88,6
Bekar	19	11,4
Eğitim durumu		
İlkokul mezunu	61	36,5
Ortaokul mezunu	100	59,9
Lise-lisans mezunu	6	3,6
Herhangi bir işte çalışma durumu		
Çalışıyor	104	62,3
Çalışmıyor	63	37,7
Ekonomik durumu		
İyi	1	0,6
Orta	115	68,9
Kötü	51	30,5
Kiminle yaşadığı		
Ailesi ile	164	98,2
Yalnız	3	1,8
Sigara içme alışkanlığı		
Halen içiyor	57	34,1
Hiç içmemiş	78	46,7
Bırakmış	32	19,2
Alkol kullanma alışkanlığı		
Halen içiyor	11	6,6
Hiç içmemiş	140	83,8
Bırakmış	16	9,6
BKİ değerine göre beden yapısı		
Normal kilolu	64	38,3
Fazla kilolı	85	50,9
Obez	18	10,8

Tip 2 diyabetlerin Hipertansiyondan Korunma Tutumları Ölçeği genel ve alt boyut puan ortalamaları Çizelge 3'te gösterilmiştir. Buna göre katılımcıların Hipertansiyondan Korunma Tutumları Ölçeği genel puan ortalamasının 96,28±8,10 olduğu belirlenmiş olup ölçekten alınabilecek minimum ve maksimum puan değerlerine göre katılımcıların hipertansiyondan korunmaya yönelik tutum düzeylerinin ortalamanın üzerinde olduğu görülmüştür. Bununla

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

birlikte, tip 2 diyabetli bireylerin hastalık ve risk bilgisi alt boyutu puan ortalamasına göre (15,36±1,34), bu alt boyutta tutumlarının orta düzeyde olduğu saptanmıştır.

Çizelge 2. Tip 2 diyabetli bireylerin hastalık ile ilgili özellikleri (N=167)

Özellikler	Ort±SS	
Hastalık süresi (yıl)	5,83±1,75	
	n	**%**
Tedavi şekli		
Oral antidiyabetik	1	0,6
Oral antidiyabetik ve insülin	101	60,5
İnsülin	65	38,9
İlaçlarını düzenli kullanma durumu		
Evet	43	25,7
Kısmen	111	66,5
Hayır	13	7,8
Diyetine dikkat etme durumu		
Kısmen	94	56,3
Hayır	73	43,7
Düzenli egzersiz (hergün en az 20 dk yürüyüş vb) yapma durumu		
Evet	1	0,6
Kısmen	81	48,5
Hayır	85	50,9
Hastalığı hakkında eğitim alma durumu		
Evet	72	43,1
Hayır	95	56,9
Diyabet dışında başka kronik hastalık varlığı		
Evet	32	19,2
Hayır	135	80,8
Diyabete bağlı komplikasyon gelişme durumu		
Evet	55	32,9
Hayır	112	67,1
Son bir yıl içerisinde diyabet ya da komplikasyonları nedeniyle hastaneye yatış durumu		
Yok	166	99,4
Bir kez	1	0,6
Genel sağlık değerlendirmesi		
Orta	51	30,5
Kötü	116	69,5

Çizelge 3. Tip 2 diyabetlerin Hipertansiyondan Korunma Tutumları Ölçeği puan ortalamalarının dağılımı

Hipertansiyondan Korunma Tutumları Ölçeği	Alınabilecek Min-Max Puan	Alınan Min-Max Puan	Ort±SS
Korunma ve kontrol	8-40	23-38	30,48±3,27
Alışkanlık ve yaşam şekli	6-30	18-29	22,98±2,27
Beslenme tutumu	4-20	12-19	15,68±1,61

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Ruhsal durum ve fiziksel	3-15	9-14	11,60±1,21
Hastalık ve risk bilgisi	5-25	12-19	15,36±1,34
Genel	26-130	80-113	96,28±8,10

Tip 2 diyabetli bireylerin bazı sosyodemografik ve hastalık ile ilgili özelliklerinin Hipertansiyondan Korunma Tutumları Ölçeği puan ortalaması ile karşılaştırılması Çizelge 4'te verilmiştir. Buna göre, yaş, hastalık süresi, cinsiyet, sigara içme alışkanlığı, hastalığı hakkında eğitim alma durumu, diyabet dışında başka kronik hastalık varlığı, diyabete bağlı komplikasyon gelişme durumu ve genel sağlık durumu değişkenleri ile Hipertansiyondan Korunma Tutumları Ölçeği puan ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu bağlamda, yaş arttıkça hipertansiyondan korunma tutumunun iyileştiği, buna rağmen hastalık süresi arttıkça hipertansiyondan korunma tutumunun olumsuzlaştığı görülmüştür. Ayrıca kadınlarda, hiç sigara içmemiş diyabetlilerde, hastalığı hakkında eğitim almayanlarda, diyabet dışında başka kronik hastalığı bulunanlarda, diyabete bağlı komplikasyon gelişmeyenlerde ve genel sağlık durumunu kötü olarak değerlendiren katılımcılarda hipertansiyondan korunma tutumunun daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Tip 2 diyabetli bireylerin bazı sosyodemografik ve hastalık ile ilgili özelliklerinin Hipertansiyondan Korunma Tutumları Ölçeği puan ortalaması ile karşılaştırılması

Özellikler	**Hipertansiyondan Korunma Tutumları Ölçeği**	
	Ort±SS	**Test; p**
Yaş	96,28±8,10	0,265; **<0,001****
Hastalık süresi	96,28±8,10	-0,444; **<0,001****
Cinsiyet		
Kadın	105,15±3,31	25,643; **<0,001****
Erkek	90,32±3,69	
Eğitim durumu		
İlkokul mezunu	97,60±9,93	1,534; 0,127
Ortaokul, lise ve lisans mezunu	95,54±6,82	
Sigara içme alışkanlığı		
Halen içiyor	91,33±5,89	20,029; **<0,001****
Hiç içmemiş	99,59±7,73	
Bırakmış	96,83±8,22	
BKİ değerine göre beden yapısı		
Normal kilolu	95,31±7,93	-0,803; 0,423
Fazla kilolu ya da obez	96,68±8,22	
İlaçlarını düzenli kullanma durumu		
Evet	97,13±7,56	0,413; 0,562
Kısmen / hayır	95,88±7,38	
Diyetine dikkat etme durumu		
Kısmen	96,50±7,83	0,397; 0,692
Hayır	95,98±8,49	
Düzenli egzersiz (her gün en az 20 dk yürüyüş vb) yapma durumu		
Evet / Kısmen	96,92±7,74	

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Hayır	95,64±8,44	0,987; 0,325
Hastalığı hakkında eğitim alma durumu		
Evet	94,01±6,61	-3,061; **0,003****
Hayır	97,92±8,70	
Diyabet dışında başka kronik hastalık varlığı		
Evet	101,41±6,47	3,950; **<0,001****
Hayır	95,11±8,00	
Diyabete bağlı komplikasyon gelişme durumu		
Evet	94,30±6,55	-2,077; **0,039***
Hayır	97,17±8,59	
Genel sağlık değerlendirmesi		
Orta	93,10±8,26	-3,421; **<0,001****
Kötü	97,72±7,64	

*p<0,01 ;**p<0,05

4. TARTIŞMA

Günümüzde yaygınlığı ve risk faktörleri göz önüne alındığında hem diyabet hem de hipertansiyon önemli sağlığı sorunlarındandır (Tsimihodimos ve ark, 2018). Bu çalışmada daha önce hipertansiyon tanısı almamış tip 2 diyabetli bireylerin hipertansiyondan korunmaya yönelik tutumları incelenmiştir. Çalışmada, bireylerin hipertansiyondan korunmaya yönelik tutum düzeylerinin ortalamanın üzerinde olduğu görülmüştür. Literatürde diyabetli bireylerde benzer çalışma bulunmamaktadır. Bununla birlikte tip 2 diyabetli bireylerde böbrek hastalıkları farkındalığı ve korunma davranışlarının incelendiği bir çalışmada, katılımcıların yaklaşık yarısının (%44,8) her zaman tuz tüketimini azalttığı ve yaklaşık üçte birinin (%30,7) her zaman yağ oranı düşük gıdalar tükettiği ve %42,2'sinin her zaman kilosunu normal sınırlarda tutmaya çalıştığı belirlenmiştir (Şahin ve ark, 2024). Hipertansif bireylerin hipertansiyon konusundaki tutum ve davranışlarının incelendiği bir çalışmada da, bireylerin hipertansiyon farkındalığının istenilen düzeyde olmadığı, hastaların hipertansiyondan korunma önlemleri hakkında tutum ve davranışlarının yetersiz olduğu tespit edilmiştir (Arslantaş ve ark, 2019). Bir üniversitede çalışan akademik ve idari personelin hipertansiyon hakkındaki bilgi, tutum ve görüşlerinin değerlendirildiği bir çalışmada ise, katılımcıların genel olarak bilgi düzeylerinin ve tutumlarının yetersiz olduğu saptanmıştır (Özer ve ark, 2020). Bu çalışmada elde edilen bulgu, tip 2 diyabetli bireylerin hipertansiyondan korunmaya yönelik tutumlarının olumlu olduğunu göstermektedir. Bu durum hipertansiyon risk faktörlerinin, diyabet risk faktörleri ile benzer olmasından dolayısıyla diyabetli bireylerin hipertansiyona yönelik farkındalıklarının bulunmasından kaynaklanmış olabilir.

Literatürde kadın cinsiyetin, obezite varlığının, yaşlanmanın, uzun diyabet süresinin ve hiperlipideminin, tip 2 diyabetli bireylerde hipertansiyon ile ilişkili en önemli risk faktörleri olduğu belirtilmektedir (TEMD, 2022). Bu risklere sahip tip 2 diyabetli bireylerin hipertansiyondan korunmaya yönelik yaklaşımları önemlidir. Bu çalışmada, yaş arttıkça hipertansiyondan korunma tutumunun iyileştiği, buna rağmen hastalık süresi arttıkça hipertansiyondan korunma tutumunun olumsuzlaştığı görülmüştür. Ayrıca kadınlarda, hiç sigara içmemiş diyabetlilerde, hastalığı hakkında eğitim almayanlarda, diyabet dışında başka

kronik hastalığı bulunanlarda, diyabete bağlı komplikasyon gelişmeyenlerde ve genel sağlık durumunu kötü olarak değerlendiren katılımcılarda hipertansiyondan korunma tutumunun daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Literatür incelendiğinde, tip 2 diyabetli bireylerde hipertansiyondan korunma davranışları ile ilişkili değişkenlerin belirlenmesine yönelik çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular, özellikle hastalık süresi artan, hastalık hakkında bilgi sahibi olmayan ve başka kronik hastalığı bulunan bireylerde hipertansiyona yönelik korunma davranışları farkındalığının sağlanması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, tip 2 diyabetli bireylerde hipertansiyondan korunmaya yönelik tutumun olumlu olduğu; yaş, hastalık süresi, cinsiyet, sigara içme alışkanlığı, hastalığı hakkında eğitim alma durumu, diyabet dışında başka kronik hastalık varlığı, diyabete bağlı komplikasyon gelişme durumu ve genel sağlık durumu değişkenlerin hipertansiyondan korunmaya yönelik tutum ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Tip 2 diyabetli bireylerde görülme sıklığı düşünüldüğünde, hipertansiyondan korunmak için riskli bireylere hastalık hakkında eğitim verilmesi ve yeni yaşam tarzına uyumun desteklenmesi önemlidir.

KAYNAKLAR

Albayrak Z, Şengezer T. Ailelerinde hipertansiyon hastası olan kişilerde hipertansiyon gelişiminin önlenmesiyle ilgili tutumlar: Bir ölçek geliştirme çalışması. Türk Aile Hek Derg. 2022;26(2):53-65. doi: 10.54308/tahd.2022.52296

Arslantaş EE, Sevinç N, Çetinkaya F, Günay O, Aykut M. Hipertansif kişilerin hipertansiyon konusundaki tutum ve davranışları. Ege Tıp Dergisi. 2019;58(4):319-322.

Bitik B, Yıldız OB. Management of hypertension in patients with diabetes. Turkiye Klinikleri J Nephrol-Special Topics. 2009;2(3):34-39.

Eren MA, Karaaslan H, Mamiş MS, Gökay AC, Özkutlu M, Sabuncu T. Üçüncü basamak bir hastanede yatan tip 2 diyabetli hastalarda hipertansiyon sıklığı ve etkileyen faktörler. Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi. 2022;19(3):466-70. doi: 10.35440/hutfd.1092287

İstek N, Karakurt P. Global bir sağlık sorunu: Tip 2 diyabet ve öz-bakım yönetimi. JAREN 2018;4(3):179-182. doi: 10.5222/jaren.2018.63634

Kim HJ, Kim KI. Blood pressure target in type 2 diabetes mellitus. Diabetes Metab J. 2022;46(5):667-674. doi: 10.4093/dmj.2022.0215

Long AN, Dagogo-Jack S. Comorbidities of diabetes and hypertension: mechanisms and approach to target organ protection. J Clin Hypertens (Greenwich). 2011;13(4):244-251. doi: 10.1111/j.1751-7176.2011.00434.x

Mutluay R. Hipertansiyon tedavisinde yaşam tarzı değişiklikleri. Türkiye Klinikleri Nefroloji-Özel Konular 2017;10(1): 27-34.

Özer Z, Teke N, Bahçecioğlu Turan G. Bir üniversitede çalışan personellerin hipertansiyon hakkındaki bilgi tutum ve görüşlerinin değerlendirilmesi. Sağlık Akademisyenleri Dergisi. 2020;7(2):160-166.

Şahin DA, Taşkın Yılmaz F, Karakoç A. Tip 2 diyabetli bireylerde böbrek hastalıkları farkındalığı ve korunma davranışları. Türk Diyabet Hemşireliği Dergisi. 2024;4(1):8-13. doi: http://dx.doi.org/10.29228/tjdn.74069

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği (TEMD). Diabetes Mellitus ve Komplikasyonlarının Tanı, Tedavi ve İzlem Kılavuzu-2022 15. Baskı (Çevrimiçi Yayın): Temmuz 2022 (Güncellenmiş Baskı). Erişim linki: https://file.temd.org.tr/Uploads/publications/guides/documents/diabetesmellitus_2022.

Tsimihodimos V, Gonzalez-Villalpando C, Meigs JB, Ferrannini E. Hypertension and Diabetes Mellitus: Coprediction and Time Trajectories. Hypertension. 2018;71(3):422-428. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.10546

Wróblewska Z, Chmielewski JP, Wojciechowska M, Florek-Łuszczki M, Wójcik T, Hlinková S, Wróblewska I. The evaluation of the quality of life of older people with diabetes. Ann Agric Environ Med. 2023;30(3): 505–512. doi: 10.26444/aaem/168415

Yamazaki D, Hitomi H, Nishiyama A. Hypertension with diabetes mellitus complications. Hypertens Res. 2028;41:147–156. https://doi.org/10.1038/s41440-017-0008-y

Yildiz M, Esenboğa K, Oktay AA. Hypertension and diabetes mellitus: highlights of a complex relationship. Curr Opin Cardiol. 2020;35(4):397-404.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

HİPERTANSİF BİREYLERDE KAN BASINCI FARKINDALIĞI VE İÇGÖRÜ DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ

Hem. GÜLDEN ANATACA
Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi, ganataca@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0002-2999-4462

Doç. Dr. FERİDE TAŞKIN YILMAZ
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, feridetaskinyilmaz@subu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-0568-5902

Prof. Dr. SELDA ÇELİK
Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hemidiye Hemşirelik Fakültesi, selda.celik@sbu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4328-3189

ÖZET

Günümüzde en yaygın sağlık sorunlarından biri de hipertansiyondur. Gerek yaşam tarzı değişikliği gerektirmesi gerekse de sağlık harcamalarının atışına neden olması açısından hipertansiyona yönelik farkındalığın sağlanması ve kontrol altına alınması önemlidir. Bu çalışma, hipertansif hastalarda kan basıncı farkındalığı ve iç görü düzeyini belirlemek amacıyla tanımlayıcı olarak yapılmıştır. Araştırmaya, 01 Temmuz – 30 Eylül 2024 tarihleri arasında İstanbul ilinde bulunan bir eğitim ve araştırma hastanesinin dahiliye polikliniğinde hipertansiyon nedeniyle takip edilen 174 birey dahil edilmiştir. Veriler hasta tanılama formu ve Kan Basıncı Farkındalığı ve İçgörü Ölçeği ile elde edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen hipertansif bireylerin yaş ortalaması 55,78±8,05 yıl ve hastalık süresi ortalaması 4,33±1,45 yıldır. Katılımcıların %53,4'ünün ailesinde hipertansiyon hastası bulunmakta olup sadece %12,1'i hastalığı hakkında hekim ya da hemşireden eğitim aldığını belirtmiştir. Hipertansif bireylerin %43.7'sinin evinde tansiyon ölçüm cihazı bulunduğu, %50,6'sının tansiyon ölçümünü tek başına yapabildiği ve %57,5'inin tansiyon ölçümü sonrası elde edilen değeri yorumlayabildiği belirlenmiştir. Hipertansif bireylerin %54,9'unun devamlı olarak kendini sinirli hissettiği, %54,9'unun geceleri devamlı olarak uyumakta zorluk çektiği, %48,9'unun devamlı olarak terlediği ve %45,4'ünün devamlı olarak yüz kızarması şeklinde sağlık sorunu yaşadığı tespit edilmiştir. Katılımcıların Kan Basıncı Farkındalığı ve İçgörü Ölçeği genel puan ortalaması 4,68±0,35 olarak bulunmuş olup, genel hastalık farkındalığı, semptomları doğru ilişkilendirme, tedavi ihtiyacının farkındalığı ve hipertansiyona bağlı olumsuz sonuçların bilinmesi dahil olmak üzere, hipertansiyondaki hastalık bilincinin orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte katılımcıların semptomların katkılarının farkındalığı alt boyutu puan ortalamasının (3,69±0,75) düşük olduğu saptanmıştır. Sağlık profesyonellerinin hipertansiyonun yönetimi konusunda hipertansif bireyleri bilgilendirmesi, özellikle kan basıncı kontrolünü öğretmesi ve değişkenlikleri farkedebilmesi konusunda farkındalık oluşturması önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Hipertansiyon, kan basıncı, farkındalık, iç görü

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

DETERMINATION OF BLOOD PRESSURE AWARENESS AND INSIGHT LEVELS OF HYPERTENSIVE INDIVIDUALS

ABSTRACT

Today, one of the most common health problems is hypertension. It is important to ensure awareness and control of hypertension, both because it requires lifestyle changes and because it increases healthcare expenses. This study was conducted as a descriptive study to determine the level of blood pressure awareness and insight in hypertensive patients. 174 individuals who were followed up for hypertension in the internal medicine outpatient clinics of a training and research hospital in Istanbul between July 01 and September 30, 2024 were included in the study. Data were obtained with the patient diagnosis form and the Blood Pressure Awareness and Insight Scale. The mean age of the hypertensive individuals included in the study was 55.78±8.05 years and the mean disease duration was 4.33±1.45 years. 53.4% of the participants had a family history of hypertension, and only 12.1% stated that they received training from a physician or nurse about their disease. It was determined that 43.7% of hypertensive individuals have a blood pressure measuring device at home, 50.6% can measure blood pressure on their own, and 57.5% can interpret the value obtained after blood pressure measurement. It was determined that 54.9% of hypertensive individuals constantly feel irritable, 54.9% constantly have difficulty sleeping at night, 48.9% constantly sweat, and 45.4% constantly experience health problems such as facial flushing. The general mean score of the participants on the Blood Pressure Awareness and Insight Scale was found to be 4.68±0.35, and it was determined that the disease awareness in hypertension was at a moderate level, including general disease awareness, correctly associating symptoms, awareness of the need for treatment, and knowledge of the negative consequences of hypertension. However, it was determined that the participants' mean score on the sub-dimension of awareness of the contributions of symptoms (3.69±0.75) was low. It is important for health professionals to inform hypertensive individuals about the management of hypertension, especially teaching blood pressure control and raising awareness about noticing variations.

Keywords : Hypertension, blood pressure, awareness, insight

1. GİRİŞ

Tekrarlanan ofis ölçümlerinde sistolik kan basıncının 140 mmHg'nın ve diyastolik kan basıncının 90 mmHg üzerinde olması hipertansiyon olarak tanımlanmaktadır. Hipertansiyon, sürekli kan basıncı yüksekliği ile kendini gösteren, sistemik bir hastalık olup, ciddi komplikasyonlara neden olması ve toplumda yaygın olarak görülmesi nedeniyle önemli bir sağlık problemidir (TEMD, 2022). Türkiye'de hipertansiyon sıklığı ve kan basıncı verilerinin meta-analiz olarak incelendiği bir çalışmada, hipertansiyon prevalansının %31,2 olduğu, sistolik kan basıncının 126,3 mm Hg ve diyastolik kan basıncının 78,6 mm Hg bulunduğu belirlenmiştir (Kılıçkap ve ark, 2018).

Hipertansiyon sadece kan basıncını artıran basit bir sorun olmamakla birlikte, ortaya çıkarabilecek hedef organ hasarı açısından da büyük önem taşıyan, morbidite ve mortaliteye artıran, bulaşıcı olmayan kronik hastalıklardan biridir (Durmaz ve Arslan, 2017; Joffres ve ark,

2013). Hipertansiyonda görülen yaygınlık, önleme, erken teşhis ve uygun hastalık yönetimiyle önemli ölçüde azaltılabilmektedir (Mbouemboue ve Ngoufack, 2019). Özellikle yaşam tarzı değişiklikleri kan basıncını düşürebilir ve hipertansiyonu önleyebilirken, antihipertansif ilaç tedavisi hipertansiyona bağlı kardiyovasküler olayları etkili bir şekilde azaltabilmektedir (Joffres ve ark, 2013). Hipertansiyon tedavisinin başarıya ulaşmasında hastanın farkındalığı ve tedavi uyumu çok önemlidir (Pala, 2017). Kavramsal olarak hastalık farkındalığı, genel hastalık farkındalığı veya kabulü, hastalığa doğru semptomların atfedilmesi, tedavi ihtiyacı farkındalığı ve hastalıktan kaynaklanan olumsuz sonuçların farkında olma şeklinde ele alınmaktadır (Yılmaz ve ark, 2022). Literatürde hipertansif hastalarda farkındalık oranının ve yüksek tansiyonun farkındalığının düşük olduğu belirtilmektedir (Arslantaş ve ark, 2019; Geevar ve ark, 2022). Hipertansiyonun farkına varılmaması ya da etkili tedavi edilmemesi nedeniyle bireyler önlenebilir ancak ölümcül olabilen koroner kalp hastalığı, iskemik ve hemorajik inmenin yanında kalp yetmezliği, periferik damar hastalığı, böbrek yetmezliği ve görme bozuklukları açısından artmış riske sahip olabilmektedir (Sözmen ve ark, 2015). Bu nedenle hastalığın farkındalığının arttırılması ve kontrol altına alınması çok önemlidir (Pala, 2017).

Hipertansiyonun belirlenmesinin ve tedavisinin amacı kalp, beyin, damar ve böbrek hastalıkları riskini ve eşlik eden morbidite ile ölüm oranını azaltmaktır (TEMD, 2022). Kan basıncının düşürülmesi hipertansiyonun kontrol altına alınmasında savunulan bir önlemdir (Kanuda ve ark, 2018). Medikal tedavi uygulanması ile birlikte evde kan basıncı ölçümü yoluyla kan basıncının takip edilmesi, tedavi uyumunu takip etmede yararlı olabilmektedir (TEMD, 2022; Pala, 2017). Benzer şekilde bireylerin kan basıncına yönelik farkındalığın sağlanması, kan basıncının yönetimine yardımcı olabilmektedir (Mitwalli ve ark, 2013).

Literatür incelendiğinde, hipertansif bireylerde hastalık farkındalığının incelendiği (Arslantaş ve ark, 2019; Kanuda ve ark, 2018), buna rağmen kan basıncı farkındalığının ve içgörü düzeyinin incelenmediği görülmüştür. Bu çalışmanın, hipertansif bireylerde hastalık yönetimi konusunda sağlık profesyonellerine ve literatüre katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Amacı ve Tipi

Araştırma, hipertansif hastalarda kan basıncı farkındalığı ve iç görü düzeyini belirlemek amacıyla tanımlayıcı olarak yapılmıştır.

2.2. Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, 01 Temmuz – 30 Eylül 2024 tarihleri arasında İstanbul ilinde bulunan bir eğitim ve araştırma hastanesinin dahiliye polikliniğinde hipertansiyon nedeniyle takip edilen hastalar oluşturmuştur. Çalışmada örneklem seçim yöntemine gidilmemiş olup dahil edilme kriterlerine uyan tüm hastalar çalışmaya alınmıştır. Araştırmaya dahil edilme kriterleri; okur-yazar olma, 18 yaş ve üzeri olma, sözel iletişim engeli olmama, en az altı aydı hipertansiyon tanısı almış olma ve çalışmaya katılmayı kabul etme şeklinde belirlenmiştir. Bu bağlamda çalışma 174 hipertansif bireylerle tamamlanmıştır.

2.3. Veri Toplama Araçları

Veriler hasta tanılama formu ve Kan Basıncı Farkındalığı ve İçgörü Ölçeği ile elde edilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Hasta Tanılama Formu: Form iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, hastaların sosyodemografik özellikleri (yaş, boy, kilo, cinsiyet, medeni durum, eğitim durumu gibi) içeren 10 soru bulunmaktadır. İkinci bölümde ise hastaların hastalık ile ilgili özelliklerini (en son ölçülen kan basıncı değeri, hastalık süresi, ailede hipertansiyon hastası olan birey varlığı vb) sorgulayan 12 soru yer almaktadır.

Kan Basıncı Farkındalığı ve İçgörü Ölçeği: Gerretsen ve arkadaşları (2018) tarafından geliştirilen ölçek, hipertansiyonda, genel hastalık farkındalığı, semptomları doğru ilişkilendirme, tedavi ihtiyacının farkındalığı ve hipertansiyona bağlı olumsuz sonuçların bilinmesi dahil olmak üzere, hipertansiyondaki hastalık bilincinin temel alanlarını ölçmektedir. Ölçeğin Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışması Medine ve ark. (2022) tarafından yapılmıştır. Ölçeksekiz sorudan oluşmakta olup 10'lu Likert tipindedir. Ölçek hastalık farkındalığı modeline göre tek boyutlu olarak planlanmıştır. Modelin alanlarına göre dört alan (genel hastalık farkındalığı, semptomların katkılarının farkındalığı, tedavi gereksinimi farkındalığı, olumsuz sonuçların farkındalığı) bulunmaktadır. Madde iki, dört ve yedi, katılımcının genel hastalık farkındalığını, madde bir semptomların katkılarının farkındalığını, madde üç, beş ve sekiz katılımcının tedavi gereksinimi farkındalığını, madde altı katılımcının olumsuz sonuçların farkındalığını değerlendirmektedir. İki madde ters çevrilmektedir. Ölçeğin puanlama şekli Çizelge 1'de gösterilmektedir. Ölçekten alınan toplam puan ortalaması arttıkça farkındalık ve içgörü artmaktadır. Ölçeğin Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışmasında Cronbach's Alfa değeri 0,75 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin bu çalışmada Cronbach alfa değeri 0,71 olarak bulunmuştur. Ölçeğin kullanımı için Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışması yapan yazarlardan yazılı izin alınmıştır.

Çizelge 1. Kan Basıncı Farkındalığı ve İçgörü Ölçeği Puanlaması.

Farkındalık Kategorisi	**Hesaplama**
Genel hastalık farkındalığı	S2___+(10-S4___)+S7___ ÷ toplam cevap sayısı___
Semptomların katkılarının farkındalığı	S1___ *Cevap yok olarak belirtilirse hariç tutulur.
Tedavi gereksinimi farkındalığı	S3___+(10-S5___)+S8___ ÷ toplam cevap sayısı___
Olumsuz sonuçların farkındalığı	S6
	Alt Toplam (puanların toplamı)
KFİÖ ortalama toplam puan	Alt Toplam ÷___

2.4. Verilerin Toplanması

Veriler, araştırmacılar tarafından hastalarla görüşme odasında yüz yüze görüşülerek elde edilmiştir. Araştırmacı hipertansif bireylere araştırma hakkında sözel olarak bilgi vermiş, hastaların sözel ve yazılı onamlarını altıktan sonra, araştırmayı kabul edenlere anket formlarını uygulamıştır. Ayrıca hastaların boy ve kilo ölçümleri araştırmacılar tarafından yapılmış olup kg/m^2 formülüne göre beden kitle indeksi (BKİ) değeri hesaplanmıştır. BKİ değerine göre beden yapısı, 18.50-24.99 kg/m^2 arasında normal kilolu, 25.00-29.99 kg/m^2 arasında fazla kilolu

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ve 30.00 kg/m^2 ve üzeri ise obez olarak değerlendirilmiştir. Anketlerin uygulanması ve ölçümlerin yapılması ortalama 20-25 dakika sürmüştür.

2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Veriler SPSS 29.0 programında analiz edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde, tanımlayıcı istatistiksel yöntemler (ortalama, standart sapma, yüzdelik dağılım) kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen hipertansif bireylerin yaş ortalaması 55,78±8,05 yıldır. Katılımcıların %51,7'si kadın, %71,8'i evli, %70,5'i ortaokul ve üzeri eğitim düzeyine sahip, %56,5'i herhangi bir işte çalışmaktadır. Hipertansif bireylerin %23'ü halen sigara içmekte ve %0,6'sı alkol kullanmaktadır. Katılımcıların BKİ değerine göre beden yapıları kategorize edildiğinde, %50,6'sının fazla kilolu ve %7,5'inin obez olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Hipertansif bireylerin sosyodemografik özellikleri (N=174)

Özellikler	**Ort±SS**	
Yaş (yıl)	55,78±8,05	
	n	**%**
Cinsiyet		
Kadın	90	51,7
Erkek	84	48,3
Medeni durum		
Evli	125	71,8
Bekar	49	28,2
Eğitim durumu		
İlkokul mezunu	67	38,5
Ortaokul ve üzeri	107	70,5
Herhangi bir işte çalışma durumu		
Çalışıyor	98	56,5
Çalışmıyor	76	43,7
Sigara içme alışkanlığı		
Halen içiyor	40	23,0
Hiç içmemiş	60	34,5
Bırakmış	74	42,5
Alkol kullanma alışkanlığı		
Halen içiyor	1	0,6
Hiç içmemiş	6	3,4
Bırakmış	167	96,0
BKİ değerine göre (kg/m^2) beden yapısı		
Normal kilolu	73	42,0
Fazla kilolu	88	50,6
Obez	13	7,5

Çizelge 3'te hipertansif bireylerin hastalık ile ilgili özellikleri verilmiştir. Buna göre hipertansif bireylerin hastalık ve ilaç kullanım süresi ortalaması 4,33±1,45 yıldır. Katılımcıların %53,4'ünün ailesinde hipertansiyon hastası bulunmaktadır. Bireylerin sadece %12,1'i hastalığı hakkında hekim ya da hemşireden eğitim aldığını belirtmiştir. Katılımcıların %40,8'inin

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

hipertansiyon dışında başka kronik hastalığı bulunmakta olup, yaklaşık üçte biri (%32,8) hastalığı ile ilgili düzenli sağlık kontrollerini yaptırdığını belirtmiştir. Katılımcıların %43.7'sinin evinde tansiyon ölçüm cihazı bulunduğu, sadece yarısının (%50,6) tansiyon ölçümünü tek başına yapabildiği ve %57,5'inin tansiyon ölçümü sonrası elde edilen değeri yorumlayabildiği belirlenmiştir. Bireylerin genel sağlık durumu sorgulandığında %30,5'i orta ve %69,5'i kötü olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 3. Hipertansif bireylerin hastalık ile ilgili özellikleri (N=174)

Özellikler	**Ort±SS**	
Hastalık süresi (yıl)	4,33±1,45	
İlaç kullanım süresi (yıl)	4,33±1,45	
	n	**%**
Ailede (anne, baba ve kardeş) hipertansiyon hastası olan birey varlığı		
Var	93	53,4
Yok	81	46,6
Hastalığı hakkında hekim ya da hemşireden eğitim alma durumu		
Evet	21	12,1
Hayır	153	87,9
Son bir yıl içerisinde hipertansiyon nedeniyle hastaneye yatış sayısı		
Yok	152	87,4
Bir ya da iki kez	22	12,6
Hipertansiyon dışında hekim tarafından tanı konulmuş başka bir hastalığı varlığı		
Var	71	40,8
Yok	103	59,2
Hastalığı ile ilgili düzenli sağlık kontrollerini yaptırma durumu		
Evet	57	32,8
Hayır	117	67,2
Evinde tansiyon ölçüm cihazı bulunma durumu		
Var	76	43,7
Yok	98	56,3
Tansiyon ölçümünü tek başına yapabilme durumu		
Evet	88	50,6
Hayır	86	49,4
Tansiyon ölçümü sonrası elde edilen değeri yorumlayabilme durumu		
Evet	100	57,5
Hayır	74	42,5
Genel sağlık değerlendirmesi		
İyi	18	10,3
Orta	110	63,2
Kötü	46	26,4

Hipertansif bireylerin sağlık deneyimleri incelendiğinde, %54,9'unun devamlı olarak kendini sinirli hissettiği, %54,9'unun geceleri devamlı olarak uyumakta zorluk çektiği, %48,9'unun devamlı olarak terlediği ve %45,4'ünün devamlı olarak yüz kızarması şeklinde sağlık sorunu yaşadığı belirlenmiştir (Çizelge 4).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 4. Hipertansif bireylerin sağlıkla ilgili deneyimleri

Sağlık sorunları	Evet		Hayır	
	n	%	n	%
Devamlı olarak kendinizi sinirli mi hissedersiniz?	95	54,9	79	45,4
Devamlı olarak terliyor musunuz?	85	48,9	89	51,1
Geceleri devamlı olarak uyumakta zorluk çekiyor musunuz?	95	54,6	79	45,4
Devamlı olarak yüz kızarması yaşıyor musunuz?	79	45,4	95	54,6
Devamlı olarak nefes darlığı yaşıyor musunuz?	57	32,8	117	67,2
Devamlı olarak baş ağrınız var mı?	76	43,7	98	56,3
Devamlı olarak burun kanaması geçiriyor musunuz?	56	32,2	118	67,8

Hipertansif bireylerin Kan Basıncı Farkındalığı ve İçgörü Ölçeği genel ve alt boyut puan ortalaması Çizelge 5'te gösterilmiştir. Hipertansif bireylerin Kan Basıncı Farkındalığı ve İçgörü Ölçeği genel puan ortalaması 4,68±0,35 olarak bulunmuştur. Ölçekten alınabilecek minimum ve maksimum puan aralığına göre (0-10), hipertansif bireylerin genel hastalık farkındalığı, semptomları doğru ilişkilendirme, tedavi ihtiyacının farkındalığı ve hipertansiyona bağlı olumsuz sonuçların bilinmesi dahil olmak üzere, hipertansiyondaki hastalık bilincinin orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte katılımcıların semptomların katkılarının farkındalığı alt boyutu puan ortalamasının (3,69±0,75) düşük olduğu saptanmıştır.

Çizelge 5. Hipertansif bireylerin Kan Basıncı Farkındalığı ve İçgörü Ölçeği puan ortalamasının dağılımı

Kan Basıncı Farkındalığı ve İçgörü Ölçeği	Alınabilecek Min-Max Puan	Alınan Min-Max Puan	Ort±SS
Genel hastalık farkındalığı	0-10	3,67-5,67	4,68±0,36
Semptomların katkılarının farkındalığı	0-10	3-5	3,69±0,75
Tedavi gereksinimi farkındalığı	0-10	4,33-6,33	5,25±0,43
Olumsuz sonuçların farkındalığı	0-10	2-6	5,08±0,82
Genel	0-10	3,50-5,50	4,68±0,35

4. TARTIŞMA

Hipertansiyon hem dünyada ve hem de Türkiye'de kardiyovasküler ve renal hastalıklar için önemli bir risk etmeni olup, çok sık karşılaşılan bir sağlık sorunudur (Durmaz ve Arslan, 2017). Hipertansiyon farkındalığının tedavi ve kontrolündeki önemi tartışılmaz olup farkındalık her türlü hastalık yönetim sürecinin ilk aşamasını oluşturmaktadır (Mbouemboue ve Ngoufack, 2019). Bu çalışmada, hipertansif hastalarda kan basıncı farkındalığı ve iç görü düzeyi incelenmiş olup hipertansif bireylerin genel hastalık farkındalığı, semptomları doğru ilişkilendirme, tedavi ihtiyacının farkındalığı ve hipertansiyona bağlı olumsuz sonuçların bilinmesi dahil olmak üzere, hipertansiyondaki hastalık bilincinin orta düzeyde olduğu görülmüştür. Literatür incelendiğinde benzer çalışma bulunmamakla birlikte, hipertansiyon hastalarının hastalıkları ile ilgili farkındalık düzeylerinin değerlendirildiği bir çalışmada,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

katılımcıların farkındalık düzeylerinin kısmen iyi olduğu belirlenmiştir (Pala, 2017). Hipertansiyon hastalarında bilinçli farkındalık düzeyinin ilaç uyumuna etkisinin incelendiği bir çalışmada da, farkındalık ile ilaç uyumu arasında pozitif yönlü ilişki olduğu ve farkındalığın ilaç uyumu için bağımsız bir yordayıcı olduğu belirtilmiştir (Gökçeimam ve ark, 2022). Hipertansif bireylerin hipertansiyon konusundaki tutum ve davranışlarının incelendiği bir çalışmada ise, katılımcıların hipertansiyon farkındalığı istenilen düzeyde olmadığı tespit edilmiştir (Arslantaş ve ark, 2019). Güney Tanzanya'da hipertansif hastaların hipertansiyonun risk faktörleri, komplikasyonları ve komplikasyonların önlenmesi konusunda farkındalıklarını değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada da, önemli sayıda hipertansif hastanın hipertansiyonun risk faktörleri, komplikasyonları ve önleyici tedbirleri konusunda bilgi sahibi olmadığı beirtilmiştir (Kanuda ve ark, 2018). Hipertansif hastaları dışında sağlıklı bireylerle yapılan çalışmalarda da, hipertansiyonun farkındalığının, önemli ölçüde düşük olduğu görülmüştür (Geevar ve ark, 2022; Mirzaei ve ark, 2020). Bu çalışmada elde edilen bulgu, örneklem grubunun farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Çalışmada, hipertansif bireylerin yarıdan fazlasının devamlı olarak kendini sinirli hissettiği, ve geceleri devamlı olarak uyumakta zorluk çektiği, yarıya yakınının devamlı olarak terlediği ve devamlı olarak yüz kızarması şeklinde sağlık sorunu yaşadığı belirlenmiştir. Literatürde hipertansif bireylerde sağlık sorunlarının incelendiği başka bir çalışma bulunmamakla birlikte, toplumda hipertansiyon farkındalığının incelendiği bir çalışmada, katılımcıların %92'sinin bağşağrısını, %82,6'sı baş dönmesini, %67,4'ü bulanık görmeyi, %65,5'si sinirlilik halini hipertansiyonun ana semptomu olarak belirttiği tespit edilmiştir (Pokhrel ve Kc, 2019). Bu çalışmada elde edilen bulgu, hipertansif bireylerin günlük yaşamını etkileyebilecek sağlık sorunları yaşama sıklığının yüksek olduğunu göstermektedir.

Kan basıncı yüksek bulunan bireylerde evde kan basıncı takibi yapmaları istenmektedir (TEMD, 2022). Çalışmada hipertansif bireylerin sadece yarısının tansiyon ölçümünü tek başına yapabildiği ve %57,5'inin tansiyon ölçümü sonrası elde edilen değeri yorumlayabildiği belirlenmiştir. Literatüre bakıldığında hipertansiyon hastalarının düzenli kan basıncı ölçme sıklığının çok düşük olduğu, hastaların büyük çoğunluğunun kan basınçlarını ya hiç ölçmedikleri ya da sadece şikayetleri olduğunda ölçtükleri görülmektedir. Yapılan bir çalışmada da her gün kan basıncı ölçen hipertansif bireylerin oranının sadece %24,8 olduğu saptanmıştır (Pala, 2017). Bu çalışmadan elde edilen bulgular, hipertansif bireylere evde kan basıncı ölçümünün önemi hakkında farkındalığa gereksinim olduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, hipertansif bireylerin devamlı olarak kendini sinirli hissetme, geceleri devamlı olarak uyumakta zorluk çekme, devamlı olarak terleme ve devamlı olarak yüz kızarması gibi sağlık sorunu yaşama oranlarının yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca hipertansif bireylerin genel hastalık farkındalığı, semptomları doğru ilişkilendirme, tedavi ihtiyacının farkındalığı ve hipertansiyona bağlı olumsuz sonuçların bilinmesi dahil olmak üzere, hipertansiyondaki hastalık bilincinin orta düzeyde olduğu görülmüştür. Elde edilen bulgular doğrultusunda, sağlık profesyonellerinin hipertansif bireylerde kan basınıcı farkındalığını artırmaya yönelik düzenli olarak sağlık eğitimleri vermesi, özellikle kan basıncı kontrolünü öğretmesi ve değişkenlikleri farkedebilmesi konusunda farkındalık oluşturması önemlidir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

KAYNAKLAR

Arslantaş EE, Sevinç N, Çetinkaya F, Günay O, Aykut M. Hipertansif kişilerin hipertansiyon konusundaki tutum ve davranışları. Ege Tıp Dergisi. 2019;58(4):319-322.

Durmaz C, Arslan P. Toplumda hipertansiyon ve kan basıncını etkileyen etmenler. Beslenme ve Diyet Dergisi. 2017;45(3):278-86.

Geevar Z, Krishnan MN, Venugopal K, Sanjay G, Harikrishnan S, Mohanan PP, Mini GK, Thankappan KR. Prevalence, Awareness, Treatment, and Control of Hypertension in Young Adults (20-39 Years) in Kerala, South India. Front Cardiovasc Med. 2022;9:765442. doi: 10.3389/fcvm.2022.765442.

Gökçeimam PŞ., Sünbül EA, Güçtekin T. Hipertansiyon hastalarında bilinçli farkındalık düzeyinin ilaç uyumuna etkisi. Namık Kemal Medical Journal. 2022;10(2):212-218. doi:10.4274/nkmj.galenos.2022.96977.

Joffres M, Falaschetti E, Gillespie C, Robitaille C, Loustalot F, Poulter N, et al. Hypertension prevalence, awareness, treatment and control in national surveys from England, the USA and Canada, and correlation with stroke and ischaemic heart disease mortality: a cross-sectional study. BMJ Open. 2013;3(8):e003423. doi: 10.1136/bmjopen-2013-003423.

Kanuda M. Mandago, Fabian P. Mghanga. Awareness of risk factors and complications of hypertension in Southern Tanzania. J Community Health Research. 2018;7(3):155-163.

Kılıçkap M, Barçın C, Göksülük H, Karaaslan D, Özer N, Kayıkçıoğlu M, ve ark. Türkiye'de hipertansiyon sıklığı ve kan basıncı verileri: Kardiyovasküler risk faktörlerine yönelik epidemiyolojik çalışmaların sistematik derleme, meta-analiz ve meta-regresyonu. Turk Kardiyol Dern Ars. 2018;46(7):525-545. https://doi.org/10.5543/tkda.2018.15679.

Mbouemboue OP, Ngoufack TJO. High blood pressure prevalence, awareness, control, and associated factors in a low-resource African Setting. Front Cardiovasc Med. 2019;6:119. doi: 10.3389/fcvm.2019.00119.

Mirzaei M, Mirzaei M, Bagheri B, Dehghani A. Awareness, treatment, and control of hypertension and related factors in adult Iranian population. BMC Public Health. 2020;20(1):667. doi: 10.1186/s12889-020-08831-1.

Mitwalli AH, Harthi AA, Mitwalli H, Juwayed AA, Turaif NA, Mitwalli MA. Awareness, attitude, and distribution of high blood pressure among health professionals. J Saudi Heart Assoc. 2013;25(1):19-24. doi: 10.1016/j.jsha.2012.10.002.

Pala E. Hipertansiyon hastalarının hastalıkları ile ilgili farkındalık düzeyleri ve tedavi bilinçlerinin değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Aile Hekimliği Ana Bilim Dalı. Uzmanlık Tezi, İstanbul, 2017.

Pokhrel S, Kc Tulza. Awareness Regarding Hypertension among Adults in a Community of Bhaktapur, Nepal. JIOM Nepal. 2019;41(3):24-29.

Sözmen K, Ergör G, Ünal B. Hipertansiyon sıklığı, farkındalığı, tedavi alma ve kan basıncı kontrolünü etkileyen etmenler. Dicle Tıp Dergisi. 2015;42(2):199-207. https://doi.org/10.5798/diclemedj.0921.2015.02.0558

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği (TEMD) Hipertansiyon Tanı ve Tedavi Kılavuzu. Obezite, Dislipidemi, Hipertansiyon Çalışma Grubu, 6. Baskı, BAYT Bilimsel Araştırmalar Basın Yayın ve Tanıtım Ltd. Şti., Ankara, 2022.

Yılmaz M, Ağartıoğlu Kundakçı G, Uyanık G, Pamuk G, Koç E. Kan Basıncı Farkındalığı ve İçgörü Ölçeği (KFİÖ): Geçerlik ve güvenirlik çalışması. STED. 2022;31(2):134-141.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

PSİKİYATRİ HEMŞİRELİĞİNDE İYİLEŞTİRİCİ GÜÇLER: PSİKOLOJİK DAYANIKLILIK VE DUYGUSAL ZEKA

Uzman Hemşire., Busenur ÖZDEMİR[1],

[1] Erzincan Mengücekgazi EAH, busenur.bal0@gmail.com – 0000-0002-7519-1361

Öğr. Gör., Mustafa AKYÜZ[2],

[2] Iğdır Üniversitesi, SHMYO, mustafa.akyuz@igdir.edu.tr - 0000-0003-3984-0229

Arş. Gör., Beyzanur TOPALLI[3],

[3] Ordu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, topallibeyzanur@gmail.com – 0000-0002-8430-9595

Öğr. Gör., Mustafa ÇILGI[4]

[4] Bitlis Eren Üniversitesi, SHMYO, mcilgi@beu.edu.tr – 0000-0001-6072-9141

Dr. Öğr. Üyesi., Eda AY[5]

[5] Erzurum Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Psikiyatri Hemşireliği Anabilim Dalı, eda.ay@atauni.edu.tr -0000-0002-0994-3254

ÖZET:

Hemşirelik mesleği, sadece tıbbi bilgi ve becerileri değil, aynı zamanda derin bir empati ve insanlarla güçlü ilişkiler kurma yeteneğini gerektirir. Bu noktada, hemşirelerin duygusal zekâsı, mesleki başarıları için kritik bir öneme sahiptir. Duygusal zekâ, hemşirelerin hastaların duygularını daha iyi anlamalarına, onlarla etkili bir iletişim kurmalarına ve daha iyi bakım vermelerine olanak tanımaktadır. Hastaların ihtiyaçlarına daha duyarlı olmaları, tedavi süreçlerine aktif katılımlarını sağlamaları ve dolayısıyla daha iyi sonuçlara ulaşılmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca, hemşirelerin meslektaşları ve diğer sağlık çalışanlarıyla olan ilişkilerinde de duygusal zekâ, iş birliğini güçlendirerek daha verimli bir ekip çalışmasına katkıda bulunmaktadır. Duygusal zekâ ve psikolojik dayanıklılık birbiriyle etkileşim halindedir. Bu etkileşimin sonuçları, hemşirelik mesleğinin anlaşılması, hasta memnuniyeti, teslimiyetin ve yetersizliğin azalması, mesleki ve sosyal yaşamdan memnuniyetin artmasıdır. Bunlar aynı zamanda hemşirelerin baş etme gücünü ve psikolojik dayanıklılığını doğrudan artıracaktır. Psikolojik dayanıklılık ve duygusal zekâ, birbirini tamamlayan ve güçlendiren iki önemli kavramdır. Duygusal zekâ, psikolojik dayanıklılığı desteklemektedir. Psikolojik dayanıklılık da duygusal zekânın gelişimine katkı sağlamaktadır. Her iki kavramda stres yönetimi, öz farkındalık, sosyal beceriler gibi ortak bileşenlere sahiptir. Daha iyi zihinsel sağlık, başarılı kişilerarası ilişkiler ve daha yüksek yaşam memnuniyeti iki kavramın ortak paydada olumlu çıktılarındandır. Bu bağlamda bu derlemenin amacı duygusal zekâ ve psikolojik dayanıklılığın psikiyatri hemşireliğinde rolünün incelenmesidir.

Anahtar Kelimeler: Duygusal zekâ, psikolojik dayanıklılık, psikiyatri hemşireliği

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

GİRİŞ

İnsan oğlu çevresiyle etkileşim halindedir. Sosyal bir varlık olan insanın aklı, bilinci ve iradesi gibi yetileri onun uyum sağlama sürecini başarılı hale getirmektedir. Bu uyum sürecinde duyguların önemi büyüktür (Özbek, 2017). İnsanı diğer tüm canlılardan farklı kılan temel özelliği zekasıdır. Duygusal zekada, zeka çeşitlerinden bir tanesidir. Duygusal zeka, gerek psikolojide gerek sosyal bilimlerde son zamanlarda üzerinde en çok araştırma yapılan en çok çalışılan kavramlardan biri olmuştur. İngilizce'de "Emotional Quotient - EQ" olarak tanımlanan ve Türkçe'ye "Duygusal Zekâ - DZ" olarak çevrilen bu yeni kavram; yaşamın her alanında başarılı olmak için önemli bir araçtır (Doğan ve Şahin, 2007).

Psikolojik dayanıklılık ve duygusal zeka, birbirini tamamlayan ve güçlendiren iki önemli kavramdır. Her ikisi de bireylerin zorluklarla başa çıkma, stresle mücadele ve genel yaşam kalitesini artırma konusunda önemli rol oynamaktadır (Pakiş ve ark., 2020). Duygusal zekanın psikolojik dayanıklılığa duygu farkındalığı, duygu yönetimi, motivasyon ve sağlıklı ilişkiler kurma gibi birçok katkısı vardır. Duygusal zeka, psikolojik dayanıklılığın temelini oluştururken, psikolojik dayanıklılık da duygusal zekanın gelişmesine katkı sağlar. Bu iki kavram arasındaki ilişki, bir döngü şeklinde işler. Duygusal zekası yüksek olan bireyler, zorluklarla daha kolay başa çıkarak psikolojik dayanıklılıklarını artırır. Benzer şekilde, psikolojik dayanıklılığı yüksek olan bireyler, duygusal zeka becerilerini geliştirerek hayatın zorluklarıyla daha etkili bir şekilde mücadele ederler. Bu iki kavram bireyin mutlu, sağlıklı ve başarılı bir yaşam sürmelerine katkı sağlamaktadır (Montes ve Augusto-Landa, 2014).

Hemşirelik karmaşık bir meslektir. Hastane ortamı, birçok durumla mücadele etmek, stres faktörleri, hasta psikolojisini anlamak, hemşirenin bakım yaklaşımında hem fiziksel hem de duygusal yönleri içerir (Sellman, 2011). Psikolojik dayanıklılık, problemler ile karşılaştığımızda esneklik göstererek, olumsuz durumlarla başa çıkabilme ve hayatımıza devam edebilme yeteneğimizdir. Hemşireler zor koşullar altında çalışırlar ve hataya tahammülü olmayan bir iş yaparlar. Hemşirelik duygusal bakımdan yüklü bir meslektir.

Hastane ortamında hemşirenin "profesyonel yüzünü" sergilemeleri beklenir. Hastalarına bakım veren hemşirenin duygusal açıdan daha kontrollü ve sadeleşmiş olması beklenmektedir. Profesyonel yüz bireyin duygularını maskelemesi veya kontrol etmesi anlamına gelir. Bu bakımdan hemşirelerin olumsuz duygularını bastırıp olumlu duygularını ifade etmeleri beklenmektedir (Fasbinder ve ark, 2020). Dolayısıyla kısıtlı zamanda zor kararlar verebilmeleri ve dayanışma gerektiren ortamlarda çalışmaları nedeniyle psikolojik olarak dayanıklı ve duygusal zeka becerilerine sahip olmaları önemlidir. Bu beceriler özellikle stresli durumlarda umutlarını kaybetmeden sorunla başa çıkmalarına, en uygun ruh haline girmelerine ve en zor durumlarda hasta bakımını en iyi şekilde sürdürmelerine yardımcı olur. Bu becerilerde hemşirelerin mesleki tatminini ve tükenmişliğini etkilemektedir (Çam ve Büyükbayram, 2015).

Kaliteli bakım veren hemşireden daha empatik ve şefkatli bir yaklaşım beklenmektedir. Aynı zamanda hemşirelerinde psikolojik sağlamlıklarını korumaları beklenir. Duygularını yönetebilen ve kaliteli hizmet veren hemşirelerin mesleki tamini ve iş doyumu artmaktadır. (Yiğitbaş, ve ark, 2018). Hizmet içi eğitimler ile sağlık profesyonellerini duygusal zekâ konusunda desteklemek, kurumlar ve hasta bireyler için olumlu sonuçlar doğurabilmektedir.

Duygusal zeka seviyesi yüksek olan hemşirelerin yaşamdan daha doyum aldıkları, etkili iletişimleri sayesinde, iş stresinden daha az etkilendikleri, problem çözme odaklı oldukları, empatik ve duygusal farkındalıklarının yüksek olduğu bulgulanmıştır. Bu profesyonel beceriler sayesinde hemşirelerin daha etkin bakım sağladıkları ve psikolojik dayanıklılıklarının yüksek olduğu ortaya konulmuştur (Çam ve Dönmez, 2022).

Özetle, Psikiyatri hemşireliği, oldukça zorlayıcı ve duygusal bir alandır. Bu noktada, duygusal zekâ ve psikolojik dayanıklılık gibi kavramlar, hemşirelerin mesleki yaşamlarında büyük bir rol oynar. Hemşirelerin hastalarına daha iyi bakmalarını, daha mutlu olmalarını ve mesleki yaşamlarında daha başarılı olmalarını sağlamaktadır. Bu nedenle, hemşirelik eğitimlerinde bu becerilerin geliştirilmesine önem verilmelidir.

Bu derlemede duygusal zekâ ve psikolojik dayanıklılığın psikiyatri hemşireliğinde rolünden bahsedilmiştir.

PSİKOLOJİK DAYANIKLILIK

Psikolojik dayanıklılık literatürde zorlukları yenme gücü, Toparlanma ve eski işlevsellik düzeyine kolaylıkla dönebilme anlamında kullanılmaktadır. Kötü durumdan çabucak iyileşme yeteneğidir (Doğan, 2015). Psikolojik sağlamlık adıyla da bilinmektedir. Bu gücü taşıyanlar, yaşadıkları olumsuz olaylarda daha hızlı toparlanabilmektedir. Bir başka bakımdan bu bireyler yaşadıkları stresi, kendileri için katkı sağlayabilecek duruma getirebilirler. Hastalıktan, depresyondan, değişimlerden ya da kötü durumdan hızlıca iyileşme, ciddi bir yetenektir (Güngörmüş ve ark.,2015).

Yapılan çalışmalarda psikolojik sağlamlık bazı bireylerde ise doğuştan gelen bir özellik olduğunu bazı bireylerde ise sonradan kazanılabildiği bulgulanmıştır. Bireylerin yaşadıkları olaylar sonrasında psikolojik olarak güçlenebildiği ya da psikolojik sağlamlılıklarını yitirdikleri fark edilmiştir. Psikolojik olarak dayanıklı olmak bireye özel hayatında ve iş hayatında pozitif bir ayrımcalık sağlamaktadır (Kavi ve Karakale, 2018). Ancak psikolojik dayanıklılık bazen olumlu uyum, baş etme ya da yeterlilik ile karıştırılmaktadır. Olumlu uyum, psikolojik dayanıklılığın bir sonucudur. Süreç içinde negatif bir sonuçtan kaçınma ya da travmatik bir olayla baş etme gibi sonuçları da olabilir (Güngörmüş, Okanlı, & Kocabeyoğlu., 2015).

Psikolojik sağlığımız birçok olumsuz toplumsal stresörlerden etkilenmektedir. Yoksulluk, düşük sosyoekonomik durum, aile içi şiddet, toplumsal şiddet ve çocuk ihmal istismarı gibi durumlar toplumsal olarak sarsıcı etki bırakmaktadır. Ülkemizde terör olaylarının sıklıkla yaşanması ile ruhsal travmalarımız artmıştır (Çam ve Büyükbayram, 2015). Psikolojik dayanıklılığı etkileyen faktörler zaman durum ve bağlam açısından değişkendir (Turgut ve Eraslan Çapan, 2017).

Psikolojik sağlamlık kavramı bireysel, ailesel ve çevresel olarak 3 ana başlıkta ele alınmaktadır.

1.Bireysel Risk Faktörleri: Erken doğum, kronik hastalıklar, cinsiyet, düşük özgüven, davranım bozukluğu, bilişsel alanda problemler, sosyal anlamda eksiklikler ve davranışsal bağımlılıklar

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2.Ailesel Risk Faktörleri : Ebeveynlerin fiziksel ya da ruhsal rahatsızlıkları, erken yaşta ebeveyn olma, ebeveynlerin kaybı, çocuk arasındaki uyuşmazlık, ilgisiz ebeveynlik, çocuğun ihmal ve istismarı, ebeveyn işsizliği

3.Çevresel Risk Faktörleri : Ekonomik zorluklar ve düşük sosyoekonomik durum, akran zorbalığı ve reddi, savaşlar, doğal afet gibi toplumsal travmalar, bir yakının ya da arkadaşın kaybı, okulda stresli ve travmatik olaylar, düşük akademik başarı, toplumun gelişmişlik düzeyi (Demircioğlu & Yoldaş, 2019).

Bu maddeler her yaş aralığında karşılaşılabilen risk etkenlerindendir. (Demircioğlu & Yoldaş, 2019). Psikolojik dayanıklılık bireyi çevredeki negatif olaylardan ve stresörlerden koruyan bir karakter özelliği değildir. Psikolojik dayanıklılığın risk ya da zorluğun etkisini azaltan ya da ortadan kaldıran koruyucu faktörleri vardır ve bu faktörlerde birey için sağlıklı uyumu tanımlamaktadır (Seccombe, 2002).

Koruyucu faktörleri de 3 grupta incelenmektedir:

1.Bireysel Koruyucu Unsurlar: Zeka, akademik başarı, güvenli bağlanma, kolay mizaç, cinsiyet, affedicilik, çözüm odaklı olmak, baş etme gücünün yüksek olması, sağlık, özgüven, özdenetim, sosyal uyum ve sağlıklı fiziksel gelişim ve pozitif düşünce

2.Ailesel Koruyucu Unsurları: Ebeveyn çocuk arasındaki destekleyici ilişki, ailenin davranış ve değerler için uygulanabilir ve gerçekçi beklentilerinin olması, çocuğun eğitiminde disiplinli olması, sosyoekonomik güçlük yaşanmaması, ailede fiziksel şiddet yerine iletişim temelli güvenli ortam, akraba ve sosyal destek kaynaklarının olması

3. Çevresel Koruyucu Unsurlar : Fiziksel ve psikolojik güvenlik, akran arkadaş desteği, etkili toplumsal kaynaklar, akran zorbalığını azaltan okul politika ve uygulamaları, aile ve okul arasındaki karşılıklı ilişki, destekleyici öğretmen ve okul rehberlik danışmanlık merkezleri (Demircioğlu & Yoldaş, 2019).

Bizi psikolojik olarak sağlıklı ve dayanıklı kılan özelliklerimiz nelerdir? Bu soru için düşünülen cevaplar ve yanıtlar doğrultusunda öğrenilenler literatüre katkı sağlayacaktır. Çünkü, koruyucu faktörler tanımı, risklerin ve zorlukların yıkıcı etkisini azaltan bireyin baş etme gücünü ve problem çözebilme becerisini iyileştirip geliştiren durumları tanımlamaktadır. Birçok koruyucu faktörler varlığı insan ilişkilerini anlama açısından psikolojik sağlamlığı anlamak ve geliştirmek açısından faydalı olacaktır (Compas ve ark.,2004).

Koruyucu faktörler psikolojik olarak; sosyal yeterlilik, çevreyle uyumlu olmak, aykırı davranışlar sergilememe, psikolojik olarak daha güçlü yaşama, psikiyatrik problemlerin olmaması, pozitif duygu durum, antisosyal kişilik özellikleri göstermemek ve sosyal destek kaynakları ile yakın ilişki kurma, psikososyal uyum sağlama, özşefkat, özdenetim ve yaşamdan doyum alma gibi olumlu sonuçlar doğurmaktadır (Özkan, 2021).

Psikolojik dayanıklılığı daha iyi bir hale getirmek için; Amerikan Psikologlar Derneği'nin de bir önerdiği bir yöntem vardır. Bu yöntem; empati, stresle baş etmeyi öğrenmek ve stresörleri yönetmek, iletişim ve etkileşimde olmak, değişimlere uyum sağlamak, esnek olmak, iyimserlik,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

problem çözme odaklı olmak, pozitif düşünmek, fiziksel aktiviteler, gelecekten ümitli olmak ya da geleceğe olumlu bakmak olarak özetlenmiştir (APA, 2010).

Psikolojik Dayanıklılık ve Hemşirelik

Sağlık hizmetlerinin karmaşık ve duygusal yoğun ortamında sık sık bir araya gelmektedir. Hemşireler, hastaların acılarını dindirmek, onlara destek olmak ve zorlu durumlarla başa çıkmalarına yardımcı olmak gibi önemli görevler üstlenirler. Bu süreçte, hemşirelerin psikolojik olarak sağlam olmaları, hem kendileri hem de hastaları için büyük önem taşır (Erkayıran, 2022).

Çam ve Büyükbayram (2017) tarafından yazılan makalede ; Hemşirelerin psikolojik dayanıklılığında içsel ve dışsal faktörlere değinilmiştir. Hemşireler zor koşullar altında çalışırlar ve hataya tahammülü olmayan bir iş yaparlar. Dolayısıyla kısıtlı zamanda zor kararlar verebilmeleri ve dayanışma gerektiren ortamlarda çalışmaları nedeniyle psikolojik olarak dayanıklı ve duygusal zeka becerilerine sahip olmaları önemlidir. Bu beceriler özellikle stresli durumlarda umutlarını kaybetmeden sorunla başa çıkmalarına, en uygun ruh haline girmelerine ve en zor durumlarda hasta bakımını en iyi şekilde sürdürmelerine yardımcı olur. Bu becerilerde hemşirelerin mesleki tatminini ve tükenmişliğini etkilemektedir (Çam ve Büyükbayram, 2015). Hemşirelerin topluma faydalı olabilmesi ve psikososyal destek verebilmesi için öncelikle kendi psikolojik dayanıklılığını arttırması gerekmektedir. Yaşanabilecek olumsuz durumlarda kendi psikolojik sağlamlığını koruyabilmek için kritik durumları yönetebilme becerisine sahip olmalıdır. Uçaklarda söylenildiği gibi önce kendi maskeni tak sözü de burada geçerlidir (Çam & Dönmez, 2022).

Hemşirelerin öz yeterliliği, öz kontrolü, umutları, sosyal yeterliliği ve başa çıkma becerileri dayanıklılıklarını etkilemektedir. Hemşirelerin öz yeterliliğini artırmak için klinik bilgi ve becerilere dayalı eğitim stratejileri kullanılmalıdır (Çam ve Büyükbayram, 2015).

Toplumda ruhsal sağlının geliştirilmesi için ; duygusal zeka ve psikolojik dayanıklılığın ne olduğunu, etkileyen faktörlerin neler olduğunu bilmelidir. Hemşirelerin önce kendi ruh sağlığını koruyup geliştirmeleri gereklidir. Daha sonra topluma katkı sunmaları ile ruhsal bakımın kalitesini arttırmaları için duygusal zeka ve psikolojik dayanıklılığı arttıran uygulamaları bilmelidir. Bu kavramların toplum ruh sağlığı bakımından yeri özellikle vurgulanmıştır (Çam & Dönmez, 2022).

Bireylerin önce kendisini daha sonra diğer insanlarla duygularını ve ilişkilerini anlamlandırabilmesi için duygusal işlevler üzerinde durulmaktadır. Buna bağlı olarak duygu kavramı ve duygusal zeka önemli hale gelmiştir. Bireylerin hayatlarında engeller olduğunda negatif olaylara maruz kaldıklarında, birçok baskı ve beklenti sonucu stres sebebi ile zaman zaman duygusal açıdan zorluklar yaşayabilmektedirler. Bireylerin psikolojik dayanıklılığı bu noktada devreye girmektedir. Psikolojik dayanıklılığın dolaylı ya da doğrudan duygularla bağlantılı olduğu çalışmalarda belirtilmiştir (Kandemir, 2019).

Hemşireler psikolojik dayanıklılıklarını geliştirmek için:

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

- Hemşirelik uygulamalarının gerçekçi olması ve aşırı duygusal yaklaşımlardan kaçınması, bilgiyi etkili bir şekilde kullanması önemlidir
- Bilişsel esnekliklerini geliştirmek önemlidir. İyimser olmak, olumlu duygulara sahip olmak, yaşamı ve mevcut durumu anlamlandırmak, içgörü geliştirmek ve iyi bir morale sahip olmak önemlidir.
- Meslektaşlar, danışmanlar ve ekipler arasında daha fazla işbirliği ve ortak çözümler bulunması gereklidir.
- Sorunları tanımlama ve anlama, problem çözme, kritik durumları değerlendirme ve hemşirelik yönetim modelini kullanma becerisine sahip olmak önemlidir .
- Hemşirelerin olumlu duygulara sahip olması onların dayanıklılıklarını etkileyerek işyerindeki stresi azaltır, mesleki yaşamı daha verimli ve eğlenceli hale getirir ve işyeri atmosferini iyileştirir (Çam ve Büyükbayram, 2015).

DUYGUSAL ZEKA

Zeka kavramı, planlama, mantık kurma, sorun çözme, soyut düşünme, soyut kavramları anlayıp kullanabilme, karmaşık fikirleri kavrama, hızlı öğrenme, öğrenmeyle birlikte edindiği bilgileri uygulayabilme, yeni durumlara uyum sağlayabilme yetilerinden oluşan zihinsel işlevler bütünüdür (Doğan ve Şahin, 2007). Gardner'in çoklu zeka kuramıyla zekanın sadece bilişsel alandan ibaret olmadığı anlaşılmıştır.

Duygusal zekâ kavramı,1995 yılında Daniel Goleman tarafından yayınlanan "Duygusal Zeka" adlı kitap ile literatüre girmiştir. Goleman'a göre Duygusal Zeka; kendini harekete geçirebilme, dürtülerini kontrol edip sorunlara rağmen yılmadan devam edebilme, empatik olup umut besleme olarak tanımlamıştır (Yılmaz Akbaba, 2020). Günümüzde bilişsel zekâ (IQ) ile duygusal zekânın(EQ) birlikte çalışmaktadır. Birbiriyle etkileşim halindedirler ve birbirini desteklemektedirler. (Pakiş ve Deniz, 2020). Duyguları tanıma, anlama, düzenleme ve kullanma duygusal zekanın temel kavramlarıdır. Bu özelliklere sahip bireyler olumlu veriler elde edebilirken yokluğu ise bazı güçlükleri beraberinde getirmektedir (Kanbur ve ark, 2017).

Duygusal zeka yaklaşımında temelde 2 model vardır.

İlki duyguların ilişkiler üzerinde belirleyici olduğu varsayımından doğan Yetenek Modelidir. Bu modeli Mayer ve Salovey geliştirmiştir (Balci, 2018). Mayer ve Salovey ' e göre duygusal zekânın 2 alt boyutu vardır : (a) kişinin kendinin ve diğerlerinin duygularını değerlendirmesi ve düzenlenmesi ve (b) duyguların problem çözümünde kullanılması. Bu model Duygusal Yeterlilik olarak da adlandırılır (Shelly ve Brown, 2004)

İkinci model ise Duygusal zekânın karma modelleridir. Bu model yetenek-tabanlı modelden oldukça farklıdırlar. Bilişsel yetenekler ile karakter özelliklerini birleştirir. Bu çerçevede Goleman ve Bar-On Duygusal Zeka Modelinden bahsedilmektedir. Goleman Duygusal Zeka Modeli, Mayer ve Salovey' den daha geniş perspektifte hazırlanmıştır. Duygusal zekanın öğrenebileceğini ve geliştirebileceğini belirtmiştir. Duygusal zeka zihinsel ustalık ve duygusal bilgelik gerektirir. Duygusal zeka her yaşta geliştirilebilir. İnsanı insan yapan niteliklerin çoğu

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

duygusal zekâdan kaynaklanmaktadır. Yakın çevreyle olumlu ilişki duygusal zekayı teşhis etmede önemli ölçütlerden biridir (Çam ve Dönmez, 2022). Duygusal anlamda kendini geliştirmiş kişiler yaşamlarından daha verim alabilmektedirler (Kanbur ve ark., 2017)

Goleman'a göre duygusal zekanın 5 temel bileşeni vardır: duygu yönetimi, empati öz bilinç, motivasyon ve sosyal beceriler. Duygusal zekâ, doğuştan gelen bir özellik olmasa da, öğrenilebilen ve geliştirilebilen bir beceridir. Duygusal zekası yüksek olan insanlar kendilerinin ve başkalarının duygu ve düşüncelerini daha iyi anlamaktadırlar, empatik insanlardır, sosyal çevresiyle dengeli ilişkileri vardır. Dürtüsel değillerdir zevk ve hazlarını erteleyebilirler. (Çetinkaya ve Alparslan, 2011). Bu konuda araştırmalar yapan Reuven Bar-On duygusal zekâyı ölçen ilk yayınını tanıtmıştır. Bu yayını ile Reuven duygusal zekânın popülerlik kazanmasına katkıda bulunmuştur. Duygusal sağlık konusu, Bar-On' un Duygusal Zeka Modeline dayanmaktadır. Bu model diğer modellerden daha fazla destek görmüştür (Acar, 2002).

Duygusal Zeka Modeli, 5 ana boyut ve 15 alt boyuttan oluşmaktadır. Duygusal zeka Bireyin etrafında meydana gelen krizler ile baş edebilme yeterliliği için bireye yardımcı olacak, kişisel, duygusal ve sosyal yeterlilik ve beceriler dizini.
Modelin 5 ana boyutu bulunmaktadır :

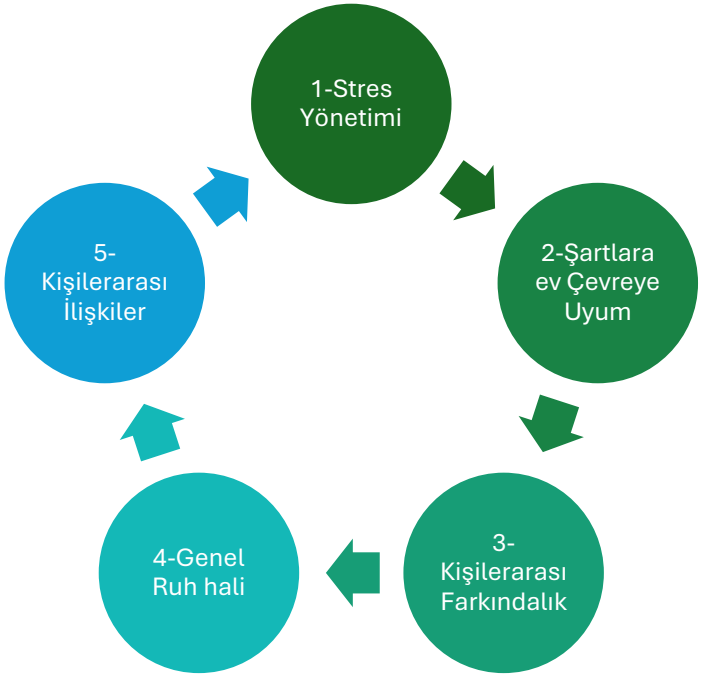
1.Stres Yönetimi : Strese toleranslı olmak ve tepkilerin yönetimini sağlamaktır.

2. Şartlara ve Çevreye Uyum: Sorun çözebilme kabiliyeti ve esnek olabilmek

3. Kişiler arası farkındalık boyutu: Öz saygı, bağımsızlık, kendini ifade etme

4. Genel ruh hali: Optimumluk ve mutluluk

5. Kişilerarası ilişkiler boyutu: Empati, sosyal sorumluluk ve kişilerarası ilişkiler (BAR-ON, 2005). Modelin Şekilsel gösterimi aşağıdaki görsele eklenmiştir.



Görsel 1. Duygusal Zekâ Modeli

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

DUYGUSAL ZEKANIN HEMŞİRELİĞE YANSIMALARI

Hemşirelik mesleği, sadece tıbbi bilgi ve becerileri değil, aynı zamanda derin bir empati ve insanlarla güçlü ilişkiler kurma yeteneğini gerektirir. Bu noktada, hemşirelerin duygusal zekâsı, mesleki başarıları için kritik bir öneme sahiptir. Duygusal zekâ, hemşirelerin hastaların duygularını daha iyi anlamalarına, onlarla etkili bir iletişim kurmalarına ve daha iyi bakım vermelerine olanak tanır. Hastaların ihtiyaçlarına daha duyarlı olmaları, tedavi süreçlerine aktif katılımlarını sağlamaları ve dolayısıyla daha iyi sonuçlara ulaşılmasına katkı sağlar. Hemşirelerde olması gereken profesyonel davranışlar duygusal zeka becerileriyle benzerlik göstermektedir. Kısacası, duygusal zekâ, hemşireliğin kalbinde yatan empati ve şefkat gibi değerlerin temelini oluşturur (Pakiş ve Deniz, 2020). Empatik olan hemşirelerin dinleme becerileri yüksektir. Hastalarla açık ve etkili iletişim kurabilirler. Tedavi sürecini iletişim becerileri sayesinde sabırla yönetebilmektedirler. Kendi duygularını yönetme ve başkalarının duygularına duyarlı olma becerilerine sahip olduklarından duygusal zeka becerileri yüksektir. Birinin duygularını anlamak yalnızca hasta memnuniyetini arttırmaz beraberinde birçok faktör etkilenir. Hemşireler yaptığı işten daha fazla memnuniyet duyar. Güvenli ilişki kurabilirler ve hastaların ihtiyaçlarını anladıklarından hata yapma riskleri azalır (Tanrıverdi,2021). Bu faktörler hemşirelerin ve hastaların kaygılarının azalmasına ve sadece hastaların fiziksel sağlığına değil, aynı zamanda duygusal sağlığına da katkıda bulunur. Bu sayede hemşirelik mesleği, daha insancıl ve etkili hale gelir (Trivellasa ve ark., 2013) (Saygılı, 2008)

Çalışanlarınızı duygusal zeka ile eğitmenin birçok faydası bulunur. Bu eğitim, çalışanlarınızın hem kişisel gelişimlerine hem de iş performanslarına olumlu etkilerde bulunur. Daha üretken bir çalışma ortamı ve çalışanların potansiyellerini ortaya çıkarmaları açısından olumlu etkileri bulunmaktadır (Çam ve Dönmez , 2022).

Hemşirelerde duygusal zeka ile yapılmış çalışmalar 2 yönlüdür. İLKİ duygusal zeka ve iş doyumu kişilerin memnuniyeti gibi hemşireye yönelik çalışmalardır. İKİNCİSİ duygusal zeka ve iletişim becerileri hasta hemşire ilişkisi bakım kalitesine yönelik çalışmalardır (Büyükbayram ve ark, 2016).

Augusto Landa ve arkadaşları (2014) çalışmasında: Duygusal zeka boyutlarının sağlık ve stres konularında ciddi bir etkiye sahip olduğu bulgulanmıştır. Duygusal zekası yüksek hemşirelerin kişilerarası pozitif ve güçlü ilişkiler kurduğu, çözüm odaklı oldukları ve stresi azaltmak için baş etme becerilerini kullandığı ve bu becerilerinin de psikolojik dayanıklılıklarını etkilediğini saptamıştır. Bu etkileşimin yansımaları; bütüncül bakım, hemşirenin mesleki kimliğini güçlendirir. Profesyonel hemşirelik anlayışı ile profesyonel hasta bakım hizmetlerinin yapılması hemşirelerin işlerinden daha fazla memnun olmalarını sağlar. İş stresini daha iyi yönetirler. İşlerine olan motivasyonları artar ve işten ayrılma düşüncelerini azaltır (Montes ve Landa, 2014).

Hemşirelik tarihine bakıldığında; eskiden beri meslek hastalara şefkat gösterme ve onlara bakma üzerine odaklanan bir etkinlikti. 20. Yüzyılın sonlarına doğru duygusal zeka kavramının

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

popülerleşmesiyle birlikte, hemşirelik alanında da bu konuya yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Araştırmacılar, hemşirelerin duygusal zekâ düzeylerinin, hasta memnuniyeti, tedaviye uyum, hemşirelerin iş doyumu gibi birçok faktör üzerindeki etkilerini incelemişlerdir (Büyükbayram ve Gürkan, 2014).Ancak yapılan çalışmalarda, hemşirelerin duygusal zeka düzeylerinin ve etkilerinin incelendiği çalışmalar az sayıda olduğu görülmüştür (Büyükbayram ve Gürkan, 2014).

Sonuç olarak, duygusal zeka becerileri ve dayanıklılık birbiriyle etkileşim halindedir. Hemşirelik açısından duygusal zeka ve psikolojik dayanıklılık ilişkisi, profesyonel beceriler ile mesleğin anlaşılmasını ve gelişmesini desteklemektedir. Profesyonel hasta bakımı ve hasta memnuniyetini, tükenmişlik ve teslimiyetin azalmasını, mesleki ve sosyal yaşamdan memnuniyetin artmasını sağlayacaktır. Bunlar aynı zamanda hemşirenin yaşamdan daha fazla doyum almasını ve psikolojik dayanıklılığı da artıracaktır (Çam ve Dönmez, 2022).

KAYNAKÇA

ACAR, F. (2002), "Duygusal Zeka ve Liderlik", E.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı 12: 53-68.

APA, 2010

Balci, Y. (2018). *Altı haftalık modifiye bilinçli farkındalık uygulaması yapılan bir örneklemde duygusal zekâ ve psikolojik dayanıklılığın değerlendirilmesi* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

BAR-ON, R. (2005). "The Bar-On Model Of Emotional-Social Intelligence". In P. Fernández-Berrocal and N. Extremera (Guest Editors), Special Issue on Emotional Intelligence, Psicothema, 17. (www.eiconsortium.org erişim tarihi: 19.05.2005).

Büyükbayram, A., & Gürkan, A. (2014). Hemşirelerin İş Doyumunda Duygusal Zekânın Rolü. *Journal of Psychiatric Nursing/Psikiyatri Hemsireleri Dernegi*, *5*(1).

Büyükbayram, A., Arabacı, L. B., Taş, G., & Varol, D. (2016). Öğrenci hemşirelerin duygusal zekâ ve sosyotropi-otonomi kişilik özellikleri ile psikolojik dayanıklılıkları arasındaki ilişki. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, *1*(3), 29-37.

Compas, B. E., Connor-Smith, J., & Jaser, S. S. (2004). Temperament, stress reactivity, and coping: Implications for depression in childhood and adolescence. Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology, 33, 21–31 http://dx.doi.org/10.1207/ S15374424JCCP3301_3.

Çam O & Dönmez A.,Toplum Ruh Sağlığının Geliştirilmesinde Temel Konu ve Kavramlar.,İstanbul Tıp Kitapevleri.,2022.

Çam, O., & Büyükbayram, A. (2015). Hemşirelerde Duygusal Zekâ ve Psikolojik Dayanıklılık Artışının Yansımaları.

Çetinkaya, Ö., & Alparslan, A. M. (2011). Duygusal zekânın iletişim becerileri üzerine etkisi: Üniversite öğrencileri üzerinde bir araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 16(1), 363- 377.

Demircioğlu, H. & Yoldaş, C. (2019). Çocukluk ve Ergenlik Döneminde Psikososyal Risk Faktörleri ve Koruyucu Unsurlar . Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi , 18 (1) , 40-48 . Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/ashd/issue/49083/535725

Doğan, D. S., & Şahin, F. (2007). DUYGUSAL ZEKÂ: TARİHSEL GELİŞİMİ VE ÖRGÜTLER İÇİN ÖNEMİNE KAVRAMSAL BİR BAKIŞ. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 16(1), 231-252.

Doğan, T. (2015). Kısa psikolojik sağlamlık ölçeği'nin Türkçe uyarlaması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. The Journal of Happiness & Well-Being, 3(1), 93-102.

Erkayıran, O. (2022). Hemşirelerde duygu düzenlemenin psikolojik dayanıklılık, başetme ve benlik saygısına yapısal ve deneysel etkisi.

Fasbinder, A., Shidler, K., Caboral-Stevens, M. (2020). A concept analysis: Emotional regulation of nurses. Nursing Forum, 55(2), 118–127. https://doi.org/10.1111/ nuf.12405

Güngörmüş, K., Okanlı, A., & Kocabeyoğlu, T. (2015). Hemşirelik öğrencilerinin psikolojik dayanıklılıkları ve etkileyen faktörler. *Psikiyatri Hemşireliği Dergisi*, *6*(1), 9-14

Kanbur, E., Kanbur, A. ve Özdemir, B. (2017). Psikolojik Dayanıklılık İle Örgütsel Vatandaşlık Davranışı Arasındaki İlişkide İş Doyumunun Aracılık Rolü: Havacılık Sektöründe Bir Araştırma. İş ve İnsan Dergisi, 4 (2), 127-141.

Kandemir, A. (2019). *Psikoloji öğrencilerinin psikolojik sağlamlık, duygusal zeka ve kişilik özellikleri açısından incelenmesi* (Master's thesis, Hasan Kalyoncu Üniversitesi).

Kavi, E., & Karakale, B. (2018). ÇALIŞAN PSİKOLOJİSİ AÇISINDAN PSİKOLOJİK DAYANIKLILIK. Hak İş Uluslararası Emek Ve Toplum Dergisi, 7(17), 55-77. https://doi.org/10.31199/hakisderg.391826

Montes-Berges, B. ve Augusto-Landa, JM (2014). Hemşirelik profesyonellerinde yaşam doyumu ve psikolojik iyi oluşun yordayıcıları olarak duygusal zeka ve duygusal yoğunluk. *Profesyonel Hemşirelik Dergisi* , *30* (1), 80-88.

Özkan, M. S. (2021). Psikolojik sağlamlık odaklı psiko-eğitim programının bir grup yetişkinin psikolojik sağlamlık, duygusal zeka ve toplumsal ilgi düzeylerine etkisinin incelenmesi (Doctoral dissertation, Bursa Uludag University (Turkey)).

Pakiş, AK ve Deniz, ME (2020). Farklı branşların duygusal zeka birimlerinin akademik iyimserlik ve dayanıklılık dayanıklılığı etkisi. E-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi, 7(2), 153-166. https://doi.org/10.30900/kafkasegt.752595

Saygılı M. Hastane çalışanlarının çalışma ortamlarına ilişkin algıları ile iş doyumu düzeyleri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi] Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitü sü, Sağlık Kurumları Yönetimi Programı; 2008.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Seccombe, K. (2002). “Beathing the odds” versus “Changing the odds” poverty, resilience and family policy. Journal Of Marriage and Family. 64, 384- 394.

Sellman, D. (2011). *What makes a good nurse: Why the virtues are important for nurses*. Jessica Kingsley Publishers.

Shelly, Y.S. ve L. Brown (2004). A Review of The Emotional Intelligence Literature and Implications for Corrections. Research Branch Correctional Service of Canada.

Tanrıveri D. farklı yönleriyle ruh sağlığı ve psikiyatri hemşireliği.Çukurova Nobel Tıp Kitabevi, Antalya. 2021

Trivellasa P, Gerogiannisb V, Svarnab S. Exploring work place implications of emotional intelligence (WLEIS) in hospitals: Job satisfaction and turno ver intentions. Procedia – Socialand Behavioral Sciences 2013;73:701-9.

Turgut, Ö. & Eraslan Çapan, B. (2017). Ergen Psikolojik Sağlamlık Düzeyinin Yordayıcıları: Algılanan Sosyal Destek ve Okul Bağlılığı . Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi , 0 (44) , 162-183 . DOI: 10.21764/maeuefd.309934

Yılmaz Akbaba, A. (2020). Öğretmen Adaylarının Mutluluk, Duygusal Zeka ve Psikolojik Dayanıklılıklarının İncelenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 4(6), 179-191.

Yiğitbaş, Ç., Ağçay, B. Ç., Erdoğan, Y., Taş, Z., Özdemir, D. H., Gökçe, T. G., & Eren, Ü. Ç. (2018). Hemşirelik öğrencilerinde psikolojik dayanıklılık. Sağlık Akademisyenleri Dergisi, 5(3), 220-225.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ÇOCUK VE ERGENLERDE DEPRESYON: HEMŞİRELİK UYGULAMALARINA YÖNELİK ÇIKARIMLAR/ DEPRESSİON İN CHİLDREN AND ADOLESCENTS: IMPLİCATİONS FOR NURSİNG PRACTİCE

Öğr. Gör. Mustafa AKYÜZ[1]

Iğdır Üniversitesi, SHMYO, mustafa.akyuz@igdir.edu.tr- 0000-0003-3984-0229

Uzm. Hemşire Busenur ÖZDEMİR[2]

Erzincan Mengücekgazi EAH, busenur.bal0@gmail.com – 0000-0002-7519-1361

Öğr. Gör. Mustafa ÇILGI[3]

Bitlis Eren Üniversitesi, SHMYO, mcilgi@beu.edu.tr – 0000-0001-6072-9141

Arş. Gör. Beyzanur TOPALLI[4]

Ordu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, topallibeyzanur@gmail.com –

0000-0002-8430-9595

ÖZET

Çocukluk ve ergenlik dönemi, bireyin hızlı fiziksel, psikolojik ve sosyal gelişim gösterdiği önemli bir yaşam evresidir. Bu dönemde ortaya çıkan depresyon, çocuğun geleceğini olumsuz etkileyebilecek ciddi bir ruh sağlığı sorunudur. Üzüntü, ilgi kaybı, sinirlilik, uyku ve yeme bozuklukları gibi belirtilerle kendini gösteren depresyon, genetik yatkınlık, çevresel faktörler ve beyin kimyasındaki dengesizlikler gibi çeşitli nedenlerle ortaya çıkabilir.

Depresyonun teşhisi için detaylı bir değerlendirme yapılması gerekmektedir. Tedavide ise ilaç tedavisi ve psikoterapi birlikte kullanılır. İlaç tedavisinde genellikle seçici serotonin geri alım inhibitörleri (SSRI'lar) tercih edilirken, psikoterapide bilişsel davranışçı terapi ve kişilerarası psikoterapi gibi yöntemler sıklıkla kullanılır.

Bu süreçte hemşirelerin rolü oldukça önemlidir. Çocuğun fiziksel ve psikolojik durumunu değerlendiren, aileyle etkili iletişim kuran, tedaviye uyum konusunda destek sağlayan hemşireler, çocuğun iyileşme sürecinde önemli bir yere sahiptir. Ayrıca, güvenli bir ortam oluşturarak ve çocuğa duygusal destek sağlayarak iyileşme sürecini desteklerler.

Erken teşhis ve tedavi, depresyonun uzun vadeli etkilerini azaltmada büyük önem taşır. Depresyon belirtileri gösteren her çocuğun bir uzmana başvurması gerekmektedir. Ailelerin, çocuklarının duygusal durumlarına dikkat ederek, onlarla açık ve samimi bir iletişim kurması, depresyonun erken belirtilerini fark etmeleri açısından önemlidir.

Sonuç olarak, çocuk ve ergenlerde depresyon, erken teşhis ve tedavi ile başarılı sonuçlar alınabilen bir durumdur. Hemşireler, bu süreçte çok önemli bir role sahiptir. Hemşirelerin, depresyon hakkında bilgi sahibi olması, çocuk ve ailelerle etkili iletişim kurabilmesi ve tedavi sürecinde aktif rol alması, çocukların yaşam kalitelerini artırmada büyük önem taşımaktadır.

ANAHTAR KELİMELER: Çocuk ve Ergen Psikiyatrisi, Ruh Sağlığı Hemşireliği, Hemşirelik Bakımı

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ABSTRACT

Childhood and adolescence are critical life stages characterized by rapid physical, psychological, and social development. Depression emerging during this period is a serious mental health issue that can negatively impact a child's future. Manifesting with symptoms such as sadness, loss of interest, irritability, sleep disturbances, and eating disorders, depression can arise due to various factors, including genetic predisposition, environmental influences, and imbalances in brain chemistry.

A comprehensive assessment is essential for diagnosing depression. Treatment often involves a combination of pharmacological and psychotherapeutic interventions. Selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs) are commonly preferred in pharmacological treatment, while cognitive-behavioral therapy (CBT) and interpersonal psychotherapy are frequently utilized in psychotherapy.

Nurses play a crucial role in this process. By assessing the child's physical and psychological condition, establishing effective communication with the family, and providing support for treatment adherence, nurses significantly contribute to the recovery process. Additionally, creating a safe environment and offering emotional support further enhance the healing process.

Early diagnosis and treatment are vital for mitigating the long-term effects of depression. Every child exhibiting symptoms of depression should consult a specialist. Families must pay attention to their children's emotional states and establish open and sincere communication to identify early signs of depression.

In conclusion, depression in children and adolescents is a condition with positive outcomes when addressed through early diagnosis and treatment. Nurses hold a pivotal role in this process. Their knowledge about depression, ability to communicate effectively with children and families, and active involvement in the treatment process are of great importance in improving the quality of life for affected children.

KEY WORDS: Child and Adolescent Psychiatry, Mental health nursing, Nursing care

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

GİRİŞ

Depresyon, uzun süreli üzüntü, ilgi kaybı ve keyif alma kapasitesinde azalma ile karakterize edilen bir duygudurum bozukluğudur. Yaygın bir ruh sağlığı problemi olan bu durum, bireylerin yaşam aktivitelerine yönelik motivasyonlarını ve zevk alma becerilerini önemli ölçüde etkiler.[1,2] Depresyon, dünya genelinde hastalık ve sakatlıkların en önemli nedenlerinden biridir. Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre, bu durum 300 milyondan fazla kişiyi etkileyen yaygın bir sağlık sorunudur ve özellikle 15-29 yaş grubunda, intihar nedeniyle ölümlerde ikinci sırada yer almasıyla dikkat çekmektedir. Bu nedenle, WHO yıllardır depresyonun ciddiyetine yönelik uyarılarda bulunmaktadır.[1]

Depresyon, çocuklar ve ergenlerde sık karşılaşılan, tekrar etme eğiliminde olan ve genellikle tedaviye olumlu yanıt veren, ancak kronikleşebilen veya intiharla sonuçlanabilen bir duygudurum bozukluğudur. Çocuklarda depresyon, yetişkinlerden farklı olarak öfke, hırçınlık ve oyun oynama isteğinde azalma gibi belirtilerle kendini gösterebilir. Küçük çocuklar kendilerini sözel olarak yeterince ifade edemedikleri için depresyon tanısı koymak genellikle zordur. Bu nedenle, ilkokul çağından önceki çocuklarda yüz ifadeleri, vücut duruşu, konuşma akıcılığı ve davranış özelliklerine dikkat edilmelidir. Çocukluk çağında depresyon, karın, baş, kol ve bacak ağrıları gibi belirgin bedensel belirtilerle kendini gösterebilir. Ergenliğin erken dönemlerinden itibaren depresyon belirtileri giderek yetişkinlerde görülen belirtilere benzerlik göstermeye başlar. Bu dönemde alkol ve madde bağımlılığı riski artabilir, intihar düşüncelerinde belirgin bir yükseliş görülebilir ve tedavi edilmediğinde bu durum ciddi bir risk oluşturabilir. Ergenlik döneminde depresyon, bireyin önceden keyif aldığı aktivitelerden uzaklaşması, karşı cinse olan ilgisinin azalması, ani öfke patlamaları, sinirlilik, konsantrasyon güçlüğü, uyku bozuklukları gibi belirtilerle kendini gösterebilir.[3]

1960'lı yıllara kadar, üst benliğin ergenlik öncesinde yeterince gelişmediği varsayımına dayanılarak çocukluk döneminde depresyonun ortaya çıkmayacağı yönünde yaygın bir görüş hakimdi. Ancak, 1970'lerde "maskeli depresyon" kavramının tanımlanmasıyla birlikte, çocuklarda depresyonun yetişkinlerdeki gibi açık belirtiler göstermeyebileceği ve çeşitli şekillerde maskelenebileceği düşüncesi ortaya atılmıştır. Bu kavram zamanla genişletilmiş ve anoreksiya, obezite, enürezis, obsesyon ve fobiler gibi farklı ruhsal belirtiler depresyonun birer maskesi ya da eşdeğeri olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. 1970'li yılların ortalarından itibaren, depresif bozukluk ölçütlerinin çocuk ve ergenler için de geçerli olduğu kabul edilmiş ve Amerikan Psikiyatri Birliği'nin DSM-III sınıflandırmasında çocuklar için ayrı tanı ölçütleri belirlenmemiştir.[4]

1.ÇOCUKLUKTA DEPRESYONDA YAŞA GÖRE ORTAYA ÇIKAN SEMPTOMLAR

1.1. 0-3 Yaş: Bu dönemde depresyon belirtileri, beslenme sorunları, aksi davranışlar, oyun oynama ve duygusal ifade eksikliği, gelişim geriliği ile konuşma ve motor becerilerde gecikme şeklinde gözlemlenebilir.

1.2.3-5 Yaş: Bu yaş grubunda kazalara yatkınlık, çeşitli fobiler, agresif davranışlar ve küçük hatalar karşısında aşırı kendini suçlama gibi belirtiler ön plana çıkar.

1.3.6-8 Yaş: Bu yaş grubundaki çocuklarda belirsiz fiziksel şikayetler ve saldırganlık görülebilir. Ebeveynlerine karşı aşırı bağlılık geliştirebilir, yeni insanlardan veya zorlayıcı

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

durumlardan kaçınabilirler. Ayrıca, sosyal beceriler ve okul başarısında akranlarının gerisinde kalabilirler.

1.4. 9-12 Yaş: Bu dönemde hastalıklı düşünceler ve aşırı kaygı belirgindir. Çocuklar, ebeveynlerini hayal kırıklığına uğratma korkusuyla depresif bir ruh haline bürünebilir ve arkadaşlarıyla olan ilişkilerinde ilgi kaybı yaşayabilirler.

1.5. Adölesan (Ergenlik Dönemi): Bu dönemde depresyon belirtileri, uygunsuz öfke ifadesi, saldırganlık, evden kaçma, suçluluk hissi, sosyal izolasyon, uygunsuz cinsel davranışlar, madde kullanımı, huzursuzluk ve apati olarak sıralanabilir. Ayrıca, özgüven eksikliği, uyku ve yeme sorunları ile psikosomatik şikayetler de yaygındır.

1.6. Genel Belirtiler: Hiperaktivite, suç davranışları, okul sorunları, psikosomatik şikayetler, yeme ve uyku bozuklukları, sosyal izolasyon, sanrılar ve intihar düşünceleri/eylemleri çocukluk depresyonunun diğer belirtileri arasındadır. Amerikan Psikiyatri Birliği (APA), depresif bozukluklar sınıflamasına yeni bir kategori ekleyerek çocukluk depresyonunu "Yıkıcı Duygudurum Bozukluğu" olarak adlandırmıştır.5

2.DEPRESYONDA SINIFLANDIRMA

- Yıkıcı duygudurum düzensizliği bozukluğu
- Majör depresif bozukluk
- Kalıcı depresif bozukluk (distimi)
- Adet öncesi disforik bozukluk
- Madde/ilacın yol açtığı depresif bozukluk
- Başka bir sağlık durumuna bağlı depresif bozukluk
- Diğer tanımlanmış depresif bozukluk
- Diğer tanımlanmamış depresif bozukluk 6

2.1.Yıkıcı Duygudurum Düzensizliği Bozukluğu

Bu bozukluk, genellikle hayal kırıklığı sonucu ortaya çıkan ve sözel ya da davranışsal olarak kendini gösteren, şiddetli ve tekrarlayıcı öfke patlamaları ile karakterizedir. Tanı koyulabilmesi için bu öfke patlamalarının bireyin gelişim düzeyiyle uyumsuz olması, en az bir yıl boyunca haftada üç veya daha fazla kez farklı ortamlarda ve bunlardan en az birinde ciddi bir şiddet düzeyinde gerçekleşmesi gerekmektedir. Bozukluğun prevalansının %2 ile %5 arasında olduğu tahmin edilmekte olup, erkek çocuklarda görülme oranı kız çocuklara kıyasla daha yüksektir.7

2.2. Majör Depresif Bozukluk

Majör depresyon, en az iki hafta süren ve bireyin önceki işlevsellik düzeyinde belirgin bir değişiklikle birlikte, depresif duygu durumu ya da ilgide azalma/zevk alamama belirtilerinden birinin bulunması şartıyla, aşağıdaki semptomlardan en az beşinin varlığıyla tanımlanır: kilo kaybı ya da artışı, uyku düzeninde değişiklikler, enerji kaybı, suçluluk duyguları, psikomotor ajitasyon ya da yavaşlama.

Çocuk ve ergenlerde majör depresyon tanı ölçütleri yetişkinlerinkine benzese de bazı farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin, çökkün ruh hali yerine irritabilite, kilo kaybı yerine

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

beklenen kiloya ulaşamama, iş başarısındaki düşüş yerine okul başarısızlığı, ilgi kaybı ve zevk alamama yerine oyunlara ve arkadaşlara karşı ilgi kaybı ön planda olabilir.8,9

Amerika Birleşik Devletleri'nde majör depresyonun 12 aylık yaygınlığı yaklaşık %7 olarak bildirilmiştir. Bununla birlikte, 18-29 yaş grubunda bu oran, 60 yaş ve üzerindeki bireylere kıyasla üç kat daha yüksektir. Ayrıca, depresyonun kadınlarda görülme sıklığı erkeklere göre yaklaşık 1,5 ila 3 kat daha fazladır.7

2.3. Kalıcı Depresif Bozukluk(Distimi)

DSM-5'e göre, kronik majör depresif bozukluk ile distimik bozukluğun birleşimi olarak tanımlanır ve en az 2 yıl süresince, günün büyük kısmında, çoğu gün depresif bir ruh hali ile karakterize edilir. Çocuk ve ergenlerde, duygudurum irritabl olabilir ve belirtilerin süresi en az 1 yıl olmalıdır. DSM-5, 2 yıl boyunca majör depresif bozukluk tanı kriterlerine uygun belirtiler gösteren hastalarda kalıcı depresif bozukluk tanısının da konması gerektiğini belirtmektedir. Bu durumda, depresif bir ruh hali döneminin yanı sıra, şu belirtilerden en az ikisinin de bulunması gerekmektedir: iştahsızlık veya aşırı yeme, uykusuzluk veya aşırı uyuma, düşük enerji veya yorgunluk, düşük özgüven, zayıf konsantrasyon veya karar verme zorluğu ve umutsuzluk duyguları.6,7,9

Distimik bozukluk, ABD genel popülasyonunda %3 ila %6 arasında değişen insidans oranlarıyla, başlı başına oldukça yaygın olan bir kronik düşük seviyeli depresyon türü ile karakterizedir. Bir epidemiyolojik çalışma, Distimik Depresyon (DD) prevalansının çocuklar ve ergenler arasında en az %1 olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, ergenlerde kadınların DD'ye yakalanma olasılığı erkeklere kıyasla daha yüksektir. Bu bulgular, DD'nin yaygınlık oranlarının yaş ve cinsiyetle ilişkili olabileceğini göstermektedir.10

2.4. Premenstrüel Disforik Bozukluk

Premenstrüel sendrom ve Premenstrüel disforik bozukluk dahil olmak üzere Premenstrüel sendrom ve Premenstrüel Disforik Bozukluk (PMDB) gibi premenstrüel bozukluklar, menstrüel siklusun luteal fazında öngörülebilir bir şekilde ortaya çıkan ve menstrüasyon başladıktan sonra düzelme gösteren, duygudurum ve duygusal semptomlar ile fiziksel semptomların birleşimiyle karakterizedir. Premenstrüel disforik bozukluğun tanı kriterleri, menstrüel siklusların çoğunda, menstrüasyon başlamadan önceki son hafta boyunca en az beş semptomun bulunmasını ve bireylerin birkaç gün içinde tüm semptomların kaybolmasıyla kendilerini daha iyi hissetmelerini gerektirir.11

Premenstrüel Disforik Bozukluğun (PMDB) en belirgin özellikleri arasında duygusal değişkenlik, yoğun sinirlilik veya öfke, kişilerarası çatışmaların artması, belirgin depresif ruh hali ve/veya aşırı uyarılma yer alır. Ayrıca, bu bozukluğa anksiyete belirtileri eşlik edebilir ve davranışsal ile bedensel semptomlar görülebilir. Semptomlar, son bir yıl içindeki adet döngülerinin çoğunda mevcut olmalı ve mesleki ile sosyal işlevselliği olumsuz yönde etkilemelidir. Yaygınlıkla ilgili yapılan tahminlere göre, kadınların %1,8'inin bozukluğun tanı kriterlerine uydığı ancak herhangi bir işlevsel bozukluk yaşamadığı, %1,3'ünün ise kriterlere uyarak işlevsel bozukluk ve diğer eşlik eden zihinsel bozukluk semptomlarıyla muzdarip olduğu belirtilmektedir.7

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2.5. Madde/İlacın Yol Açtığı Depresif Bozukluk

Maddenin veya ilacın yol açtığı depresif bozukluk, majör depresif bozukluk gibi depresif bozukluk semptomlarının, bir maddenin tüketimi, solunması veya enjeksiyonu ile tetiklenmesi ve bu semptomların, maddenin fizyolojik etkileri geçtikten sonra bile devam etmesi ile karakterize edilir. Bazı ilaçlar depresif semptomlara neden olabilir, bu yüzden semptomların gerçekten ilacın kullanımına bağlı mı yoksa depresif bozukluğun sadece ilaç alındığı dönemde mi ortaya çıktığını belirlemek oldukça önemlidir. Bu bozukluğun Amerika Birleşik Devletleri'ndeki yaygınlığı ise %0,26 olarak bildirilmiştir.7

3.DEPRESYON TEORİLERİ

3.1 Biyolojik Teoriler

Duygudurum bozukluğu, aile öyküsü veya stresli yaşam olayları ile açıklanamıyorsa, söz konusu çocuk veya ergenin nörolojik bir hastalığı olabileceği düşünülmelidir. Bu durumda, çocuk ve ergenlerde epileptik sendromlar, uyku bozuklukları, kronik tekrarlayan baş ağrıları, çeşitli nörometabolik hastalıklar ve intrakranial tümörler gibi depresif belirtiler erken dönemde ortaya çıkabilir.12

Noradrenalin Eksikliği: Serotonin, önemli yaşam düzenleme işlevlerinde (iştah, uyku, hafıza, öğrenme, sıcaklık düzenlemesi, sosyal davranışlar vb.) rol oynadığı ve birçok psikiyatrik patolojide etkili olduğu için, beyinde önemli bir rol oynayan adrenalin, norepinefrin ve dopaminle ilişkili bir monoamindir.

Endokrin Değişiklikleri: Yaşa bağlı değişiklikler ve endokrin, inflamatuar veya immün, kardiyovasküler ve nöroanatomik faktörler gibi biyolojik risk faktörlerinin varlığı, bireyleri depresyona karşı daha savunmasız hale getirebilir.13,14

Uyku sorunları genellikle sosyal yoksunluk, işsizlik veya stresli yaşam olayları (boşanma, kötü yaşam alışkanlıkları, kötü çalışma koşulları) ile ilişkilendirilir. Ancak uyku bozukluklarının depresyon gelişimiyle de bağlantılı olduğu gözlemlenmiştir. Bu ilişki, yetersiz uykunun hipokampusu nasıl etkilediği, eksitotoksik saldırıya karşı sinirsel duyarlılığın artması ve nörotoksik zorluklara karşı kırılganlığın yükselmesiyle ilişkilidir. Bu süreç, sol orbitofrontal kortekste yer alan hipokampustaki gri maddede belirgin bir azalmaya yol açar.15,16

Genetik Faktörler: Çalışmalar, depresyonun başlangıcında genetiğin %40 oranında etkili olduğunu vurgulamaktadır. Strese karşı aşırı amigdala tepkisinin genetik yatkınlıkla ilişkili olabileceği veya erken çocukluk döneminde strese bağlı olarak hiperaktif hale gelen HPA ekseninin (orta derecede hiperfenilalaninemi) aşırı bir etkiyi tetikleyebileceği veya sağlıklı bir psikolojik sistemi değiştirebileceği önemlidir.17,18

3.2. PSİKOLOJİK TEORİLER

Bağlanma Teorisi: Bowlby tarafından geliştirilen bu teori, insanların diğer insanlarla güçlü ve uzun süreli duygusal bağlar kurma eğilimlerini açıklayan bir kavramsallaştırmadır. Bir araştırma, akran bağlılığının risk altındaki çocuklarda depresyon düzeylerini azalttığını ve ergen akranlar arasındaki bağlanmanın iyileştirici yönlerini vurgulamaktadır.19

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Davranış Modelleri: Bu modele göre depresyon, daha önce pekiştirilen davranışların pekiştirilmemesi, kaçınma davranışlarının fazlalığı ve olumlu pekiştirme eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Örneğin, destek gören bir depresyonlu çocuğun, sonradan davranışlarının itici hale gelmesi bu durumu açıklar.

Bilişsel Modeller: Depresyon, depresif bireyin deneyimini olumsuz şekilde tarayan ve kodlayan bir şemanın aktivasyonu ile tetiklenen belirli stresörlerden kaynaklanmaktadır.

Öz Kontrol Modeli: Bu teori, depresyonun üç aşamadan oluşan öz kontrol sürecindeki eksikliklerden kaynaklandığını öne sürer: kendini izleme, kendini değerlendirme ve sonuçları kendi kendine yönetme.

Kişilerarası Teori: Bağlanma teorileriyle bağlantılı olan bu model, bireyin kişilerarası işleyişinde depresyonla ilgili sorunları tespit etmeyi ve çözmeyi amaçlamaktadır. Yaşanan zorlukların çözülmemiş yas, kişilerarası anlaşmazlıklar, geçiş rolleri ve kişilerarası eksikliklerle bağlantılı olduğunu savunmaktadır.

Stresli Yaşam Olayları: Yetişkinlerde yapılan çalışmalar, depresif bireylerin %60 ila 70'inin majör depresyonun başlangıcından önceki yıl boyunca bir veya daha fazla stresli olay yaşadığını göstermektedir.

Sosyokültürel Modeller: Kültürel değişkenlerin depresyon belirtilerinin ortaya çıkmasında rol oynadığı varsayılmaktadır. Bu değişkenler kültürleşme süreci ve kültürleşme ile ilgilidir; kültürleşme, insanların psikolojik davranışlarındaki değişimlerin yanı sıra, ekonomik, politik ve demografik yapısal değişiklikleri de içermektedir.20

Farklı teorik yaklaşımlara göre depresyonun ortaya çıkışını açıklayan etmenler şunlardır: (1) biyolojik faktörler; (2) güvensiz bağlanma deneyimleri; (3) geçmişte pekiştirilen davranışların artık pekiştirilmemesi; (4) olumsuz kişilerarası ilişkiler ve çevresel etkileşimlerin yol açtığı olumsuz sonuçlar; (5) bireylerin kendilerine, çevrelerine ve geleceğe ilişkin olumsuz atıfları; ve (6) sosyo-kültürel değişimlerden ORTAYA ÇIKABİLİR.7

Büyük olasılıkla, depresyonun oluşumunu ve sürekliliğini tek başına hiçbir teori tam anlamıyla açıklayamaz; ancak mevcut veriler, olumsuz kişilerarası ilişkiler, çevresel etkileşimler ve sosyo-kültürel değişiklikler (ekonomik, politik ve demografik faktörler) gibi unsurların, depresyonun yaygınlığındaki artışı açıklamada önemli bir rol oynadığını göstermektedir.7

4. DEPRESYONDA TEDAVİ

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), depresyon riskini azaltan önleme programlarının etkili olduğunu belirtse de, hangi tür programların ve hangi içeriklerin en başarılı olduğu konusunda kesin bir belirleme yapılmamıştır. DSÖ, orta ve şiddetli depresyon tedavisinde psikolojik terapilerin (davranışsal aktivasyon, bilişsel davranışçı terapi ve kişilerarası psikoterapi) yanı sıra antidepresan ilaçların (yan etkiler konusunda uyarılarda bulunulsa da) etkili olduğunu vurgulamaktadır. Bir çalışmada, ergenlerle yapılan bir araştırmada bilişsel-davranışçı terapi ve fluoksetin (antidepresan ilaç) kombinasyonunun, yalnızca ilaç tedavisinden daha etkili olduğu bulunmuştur. 1,21

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Trisiklik antidepresanlar (imipramin, klomipramin, amitriptilin), plasebo etkisi dışında hiçbir fayda sağlamadığı ve kardiyotoksik etkiler gösterdiği için çocuklar ve ergenler için önerilmemektedir. Ayrıca, bu ilaçların intihar teşebbüsleriyle ilişkili olarak özellikle tehlikeli olduğu vurgulanmaktadır. Monoamin oksidaz inhibitörleri (MAOI'ler) ise diyet kısıtlamaları, diğer ilaçlarla etkileşimler ve etkinliklerini doğrulayan büyük ölçekli klinik çalışmaların eksikliği nedeniyle kullanılmamaları gerektiği belirtilmektedir. Öte yandan, Seçici Serotonin Geri Alım İnhibitörleri (SSRI'lar) veya serotonerjik antidepresanlar, çocuk ve ergenlerde en kapsamlı şekilde araştırılan tedavi seçeneğidir. Bu popülasyonda en etkili tedavi, orta ve şiddetli depresyon vakalarında bilişsel psikoterapi ile birlikte kullanılan fluoksetin olarak önerilmektedir. 22

Amerikan Psikiyatri Derneği (APA), bilimsel olarak en titizlikle test edilmiş ve etkili olduğu belirlenen depresyon tedavi yöntemlerini içeren bir liste yayımlamıştır. Bu tedavilerden biri,

Öz Yönetim/Öz Kontrol Terapisidir. Depresyon, genellikle olumsuz olaylara ve bu olayların doğrudan sonuçlarına aşırı dikkat gösterilmesi, olayların sorumluluğunun yanlış şekilde atanması, yetersiz öz pekiştirme ve aşırı kendini cezalandırma gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bu terapi sırasında hastaya depresyon hakkında bilgi verilerek, günlük yaşamda uygulayabileceği beceriler öğretilir.23

Bilişsel Terapi, depresyondan muzdarip bireylere, kendileri, diğerleri ve dünya hakkında daha olumlu inançlar geliştirmelerine yardımcı olmak amacıyla bilişsel ve davranışsal beceriler öğretmeyi amaçlar. Yapılan araştırmalar, depresyonlu çocuklarla çalışan terapistlerin şu üç değişikliği izlemeleri gerektiğini önermektedir:

- Kendi duygularına değer vermeyi öğrenmek,
- Olumsuz duygulara yol açan davranışları daha uygun davranışlarla değiştirmek,
- Çarpık düşünceleri ve hatalı akıl yürütme biçimlerini değiştirmek.
- Bu süreç, bireylerin duygusal iyileşme yolunda önemli adımlar atmalarını sağlar.23,24

Kişilerarası Terapi , depresif durumları yaratan ve sürdüren dört ana alanı çözmeye odaklanan bir terapidir. Bu terapi, depresyonda sık görülen dört ana sorunu ele alır:

- Kayıp (karmaşık yas süreci),
- Çatışmalar (kişilerarası anlaşmazlıklar),
- Değişim (yaşam geçişleri),
- Başka insanlarla ilişkilerdeki eksiklikler (kişilerarası eksiklikler).

Bu dört odak noktası, bireylerin depresyonlarını anlamalarına ve bu zorlukları aşmalarına yardımcı olur.25

Psikoterapinin Bilişsel Davranışsal Analiz Sistemi ise bilişsel, davranışsal, kişilerarası ve psikodinamik terapilerin bileşenlerini birleştiren bir yaklaşımdır. Bu terapi, kronik depresyonu tedavi etmek için özel olarak geliştirilmiş tek terapidir. Terapi, hastaların empatik davranışlar geliştirmelerini, depresyonla ilişkili kişilerarası kalıpları tanımalarını, bu kalıpları

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

değiştirmelerini ve genel iyileşmelerini sağlamayı amaçlar. Ayrıca, tedaviye antidepresan ilaçlarla birlikte devam edilmesi önerilir.,26

Davranış Terapisi/Davranışsal Aktivasyon, depresyonun, bireyleri rutinlerinden koparıp yalnızlaştırarak semptomları şiddetlendirdiğini kabul eder. Depresyondaki kişiler, genellikle hoş deneyimler ya da sosyal aktiviteler yoluyla olumlu pekiştirilme fırsatlarını kaybederler. Bu terapi, hastaların günlük aktivitelerini artırmalarını ve sosyal ilişkilerini güçlendirmelerini teşvik eder. Böylece, olumlu deneyimlerin ve güçlendirmenin arttığı bir ortam yaratılır.27

Problem Çözme Terapisi ise, bireylerin yaşadıkları sorunlar ve stresle başa çıkabilme becerilerini artırmayı hedefler. Bu terapi, duygusal, bilişsel ve davranışsal stratejiler kullanarak hastaların kişisel uyumlarını güçlendirmeyi amaçlar. Bu süreçte, bireyler daha etkili problem çözme yöntemleri öğrenir ve stresli durumlarla başa çıkmada daha güçlü hale gelirler. ,28

Ferdon ve Kaslow, çocuklar ve ergenlerde depresyon tedavisi üzerine yaptıkları teorik incelemede, Penn Prevention programının bilişsel-davranışçı terapiye dayalı özel programlarının, depresyon tedavisinde etkili müdahaleler sağladığını belirtmişlerdir.29 Weersing ve arkadaşları da benzer bir şekilde, çocuklar için yapılan tedavilerin etkinliğinin genellikle zayıf olduğunu, ancak bilişsel-davranışçı terapinin muhtemelen en etkili terapi yöntemi olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, depresyonlu ergenlerde, bilişsel-davranışçı terapi ve kişilerarası psikoterapinin uygun müdahaleler olarak etkili olduğuna dair bulguları desteklemektedirler.30

5.OLASI HEMŞİRELİK TANILARI VE DAVRANIŞLAR

Depresyonun çeşitli semptomları hem bireysel hem de çevresel faktörlerle derinlemesine ilişkilidir. Bu semptomlar, hastaların günlük yaşamlarını etkileyerek psikolojik ve fiziksel sağlığı bozar. Depresyondaki bireylerde görülebilecek belirli sorunlar ve hemşirelik müdahaleleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

İntihar Riski: Depresif duygu durumu, umutsuzluk, değersizlik duyguları, kendine yönelmiş öfke ve gerçeği değerlendirmede bozulma.

Karmaşık Yas/Benlik Saygısı Düşüklüğü: Depresyon, kendini suçlama, kederden kaçma, öfkenin uygunsuz ifadesi, yaşam rollerinde işlevselliğin azalması gibi belirtilerle kendini gösterir.

Özgüven Azlığı: Umutsuzluk, işe yaramazlık, suçluluk ifadeleri, utanç gibi duyguların yoğun olması, eleştiriye aşırı hassasiyet, olumsuz-karamsar bakış açısı.

Güçsüzlük: Apati, kontrol eksikliği, başkalarına bağımlılık gibi belirtilerle depresyon kendini gösterir.

Manevi Stres (Ruhsal/Dini):İlahi öfke ifadeleri, hayatın anlamsızlığını ifade etme, spiritüel uygulamalarda değişiklikler ve manevi desteğe duyulan ihtiyaç.

Sosyal İzolasyon/Sosyal Etkileşimde Bozulma: Çekilme, iletişimsizlik, yalnız kalma, sosyal aktivitelerde rahatsızlık duyma.

Düşünce Süreçlerinde Bozulma: Uygunsuz düşünceler, karışıklık, konsantrasyon eksikliği, problem çözme becerisinde bozulma.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Gereksinimden Az, Dengesiz Beslenme: Kilo kaybı, zayıf kas tonusu, solgunluk, zayıf cilt tugoru, zayıflık gibi belirtiler.

Uykusuzluk: Uyumada güçlük, uykuyu sürdürememe, enerji eksikliği, konsantrasyon güçlüğü.

Özbakımda Yetersizlik: Saçlarını taramama, lekeli giyim, vücut kokusuna dikkat etmeme gibi özellikler.

Bu davranışlar depresyonun farklı yönlerini yansıtır ve hastaların tedavi sürecinde kapsamlı bir yaklaşım gerektirir. Hemşireler, her semptomun tedavi edilmesi için uygun müdahaleleri yönlendirerek hasta bakımını iyileştirebilir.5

6. HEMŞİRELİK BAKIMI

Depresyon tedavisinde hemşirenin rolü büyük önem taşır. Hemşire, depresif bireyin bakımını üstlenirken, hemşirelik tanılarıyla belirlenen sorunları çözmeye yönelik müdahaleler geliştirir. İntihar riskinin azaltılması ve hastanın güvenliğinin sağlanması birincil öncelik olmalıdır. Depresyondaki kişiye yönelik bazı müdahaleler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

İntihar riskini izleme: Hastanın intihar düşünceleri ve davranışlarını sürekli gözlemleyerek riskin azaltılması için gerekli önlemler alınmalıdır.

Çevreyi güvende tutma: Kendine zarar vermek için kullanılabilecek keskin nesneler ve diğer tehlikeli materyaller ortamdan kaldırılmalıdır.

Hastayı bağımsızlık için teşvik etme: Depresyon şiddetli ise, hastanın günlük yaşam aktivitelerini yerine getirme konusunda daha fazla yönlendirilmesi gerekebilir.

Uyku hijyeni: Uykuyu teşvik etmek amacıyla uygun uyku hijyeni teknikleri uygulanmalıdır.

Terapötik ilişki kurma: Hastayla güvene dayalı bir terapötik ilişki geliştirilmelidir.

Empatik iletişim: Hastayla iletişim kurarken empatik yaklaşım sergilenmelidir.

Olumsuz düşüncelerle mücadele: Bireyin, kendisi, dünya ve gelecek hakkındaki olumsuz düşüncelerini sorgulaması sağlanmalıdır.

Aktivitelerde katılım: Hastayı sosyal ve fiziksel aktivitelere katılmaya teşvik etmek gereklidir.

Olumlu özellikleri tanıma: Hastanın kendisiyle ilgili olumlu özelliklerini fark etmesi sağlanmalıdır.

Gerçekçi hedef belirleme: Hastaya gün için ulaşılabilir hedefler belirlemesi öğretilmeli ve bu hedeflere ulaşma süreci gözden geçirilmelidir.

Baş etme stratejileri: Baş etme stratejileri ve destek sistemleri gözden geçirilmeli ve güçlendirilmelidir.

Yemek düzeni: Hastanın yemek düzeni izlenmeli ve besin alımı teşvik edilmelidir.

İlaç takibi: İlaçların etkinliği ve yan etkileri izlenmeli, gerekirse doktorla iletişime geçilmelidir.

Aileyi dahil etme: Hasta isterse, ailesi bakım sürecine dahil edilmelidir. 31

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çocuk ve ergenlerde depresyon, ciddi bir ruh sağlığı sorunu olup, büyüme ve gelişme üzerinde olumsuz etkiler bırakmaktadır. Bu durum, hem birey hem de aile için önemli zorluklar yaratmaktadır. Depresyonun erken teşhisi ve uygun tedavi yöntemleriyle müdahale edilmesi, uzun vadeli sonuçları en aza indirmek için büyük önem taşımaktadır.

- Çocukluk ve ergenlik dönemi, depresyonun sık görüldüğü bir dönemdir. Bu dönemde yaşanan fiziksel, duygusal ve sosyal değişimler, depresyon riskini artırabilir.
- Depresyonun belirtileri yaşa ve gelişim düzeyine göre farklılık gösterir. Küçük çocuklarda fiziksel şikayetler ön planda olabilirken, ergenlerde ise sosyal izolasyon, sinirlilik ve madde kullanımı gibi belirtiler daha sık görülür.
- Depresyonun nedenleri çok boyutludur. Genetik yatkınlık, çevresel faktörler, beyin kimyasındaki dengesizlikler ve stresli yaşam olayları gibi birçok faktör depresyonun ortaya çıkışında rol oynayabilir.
- Erken teşhis ve tedavi, depresyonun seyri üzerinde olumlu etkiler yaratır. Çocuk ve ergenlerde depresyonun tedavisinde ilaç tedavisi ve psikoterapi birlikte kullanılır.
- Hemşirelerin rolü oldukça önemlidir. Hemşireler, depresyonlu çocuk ve ergenlerin bakımında değerlendirme, iletişim, eğitim, ilaç takibi ve güvenli bir ortam sağlama gibi birçok görevi üstlenirler.

Öneriler

- Farkındalık yaratılması: Çocuk ve ergenlerde depresyonun belirtileri ve önemi konusunda toplumda farkındalık yaratılması gerekmektedir. Ebeveynler, öğretmenler ve sağlık çalışanları bu konuda bilgilendirilmelidir.
- Erken teşhis: Çocuklarda depresyonun erken teşhisi için düzenli sağlık kontrolleri ve psikolojik değerlendirmelerin yapılması önemlidir.
- Çok disiplinli yaklaşım: Depresyonun tedavisinde psikiyatrist, psikolog ve hemşire gibi farklı disiplinlerden uzmanların birlikte çalışması gerekmektedir.
- Aile katılımı: Ailelerin tedavi sürecine dahil edilmesi ve desteklenmeleri, çocuğun iyileşmesi için büyük önem taşır.
- Okul ortamının destekleyici hale getirilmesi: Okul ortamının çocuğun kendini güvende hissetmesini sağlayacak şekilde düzenlenmesi, depresyonun olumsuz etkilerini azaltabilir.
- Toplum merkezli programlar: Depresyonun önlenmesi ve tedavisi için toplum merkezli programlar geliştirilmelidir.
- Araştırmaların desteklenmesi: Çocuk ve ergenlerde depresyonun nedenleri, belirtileri ve tedavi yöntemleri üzerine daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

Sonuç olarak, çocuk ve ergenlerde depresyon ciddi bir sağlık sorunudur. Ancak erken teşhis ve uygun tedavi yöntemleriyle bu sorunun üstesinden gelmek mümkündür. Bu konuda hemşirelerin, ailelerin, öğretmenlerin ve toplumun tüm kesimlerinin duyarlı olması ve destek vermesi büyük önem taşımaktadır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

KAYNAKLAR

1.https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression ERİŞİM TARİHİ:30.11.2024

2.Salik I, Marwaha R. Electroconvulsive Therapy. 2022 Sep 19. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan–. PMID: 30855854.

3.Gürhan, N. (2016). Ruh sağlığı ve psikiyatri hemşireliği. *Ankara: Ankara Nobel Tıp Kitabevleri*.

4.Çam O, Engin E. Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği Bakım Sanatı: İstanbul Tıp Kitabevi .2014. 639-705

5.Townsend, M. C., & Morgan, K. I. (2017). *Psychiatric mental health nursing: Concepts of care in evidence-based practice*. FA Davis.378-428

6.American Psychiatric Association, Desk Reference to the Diagnostic Criteria From DSM-5, Arlington, VA, American Psychiatric Publishing.

7.Bernaras E, Jaureguizar J, Garaigordobil M. Child and Adolescent Depression: A Review of Theories, Evaluation Instruments, Prevention Programs, and Treatments. Front Psychol. 2019 Mar 20;10:543.

8.Alpaslan, A. H., & Erol, Y. (2016). Çocuk ve ergenlerde depresif bozukluk non-farmakolojik tedavisi. *Türkiye Klinikleri*, *2*(1), 62-67.

9.FACTS, F. (2021). Evidence-Based Assessment and Management of Depressive Disorders. *A Practical Guide to Child and Adolescent Mental Health Screening, Evidence-based Assessment, Intervention, and Health Promotion*, 127.

10.Deng, H., Wen, F., Xu, H., Yang, H., Yan, J., Zheng, Y., ... & Li, Y. (2023). Prevalence of affective disorders in Chinese school-attending children and adolescents aged 6–16 based on a national survey by MINI-Kid. *Journal of Affective Disorders*, *331*, 192-199.

11.Itriyeva, K. (2022). Premenstrual syndrome and premenstrual dysphoric disorder in adolescents. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, *52*(5), 101187.

12.Narbona J. (2014). Depressive phenomenology at the outset of neuropaediatric diseases. *Rev. Neurol.* 58(Suppl. 1), S71–S75.

13.Nique S., Fournis G., El_Hage W., Nabhan-Abou N., Garr,é J.-B., Gohier B. (2014). Transporteur de la sérotonine, troubles ansieux et dépression: revue de la littérature. *Eur. Psychiatry* 29, 544–545. 10.1016/j.eurpsy.2014.09.328

14.Clarke D. M., Currie K. C. (2009). Depression, anxiety and their relationship with chronic diseases: a review of the epidemiology, risk and treatment evidence. *Med. J. Aust.* 190, 54–60.

15Garbarino S., Lanteri P., Durando P., Magnavita N., Sannita W. G. (2016). Co-morbidity, mortality, quality of life and the healthcare/welfare/social costs of disordered sleep: a rapid review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 13:831. 10.3390/ijerph13080831

16.Novati A., Hulshof H. J., Granic I., Meerlo P. (2012). Chronic partial sleep deprivation reduces brain sensitivity to glutamate *N*-methyl-d-aspartate receptor-mediated neurotoxicity. *J. Sleep Res.* 21, 3–9. 10.1111/j.1365-2869.2011.00932.x

17.Scourfield J., Rice F., Thapar A., Harold G., Martin N., McGuffin P. (2003). Depressive symptoms in children and adolescents: changing aetiological influences with development. *J. Child Psychol. Psychiatry* 44, 968–976. 10.1111/1469-7610.00181

18.Dean J., Keshavan M. (2017). The neurobiology of depression: an integrative view. *Asian J. Psychiatr.* 27, 101–111. 10.1016/j.ajp.2017.01.025

19.Bowlby J. (1976). *Attachment and Loss (II). La Separación Afectiva*. Buenos Aires: Paidós.

20.Ju S., Lee Y. (2018). Developmental trajectories and longitudinal mediation effects of self-esteem, peer attachment, child maltreatment and depression on early adolescents. *Child Abuse Negl.* 76, 353–363. 10.1016/j.chiabu.2017.11.015

21.Foster S., Mohler-Kuo M. (2018). Treating a broader range of depressed adolescents with combined therapy. *J. Affect. Disord.* 241, 417–424. 10.1016/j.jad.2018.08.027

22.Iruela L. M., Picazo J., Peláez C. (2009). Tratamiento farmacológico de la depresión en niños y adolescentes [Pharmacological treatment of depression in children and adolescents]. *Inf. Técnico Sist. Nac. Salud* 33, 35–38.

23.American Psychological Association Society of Clinical Psychology (APA). (2017). *Depression*. Available online at: http://www.div12.org/psychological-treatments/disorders/depression/

24.Méndez F. X. (1998). *El niño que no sonríe. Estrategias Para Superar la Tristeza y la Depresión Infantil [The Child that Does not Smile. Strategies to Face the Sadness and Child Depression]*. Madrid: Pirámide.

25.García J., Palazón P. (2010). *Afronta tu Depresión con Terapia Interpersonal [Face Your Depression with Interpersonal Therapy]*. Bilbao: Desclée de Brouwer.

26. McCullough J. P. (2003). Treatment for chronic depression using Cognitive Behavioral Analysis System of Psychotherapy (CBASP). *J. Clin. Psychol.* 59, 833–846. 10.1002/jclp.10176

27.Martell C. R., Dimidjian S., Herman-Dunn (2013). *Behavioral Activation for Depression. A Clinician's Guide*. New York, NY: Guilford.

28. Nezu A. M., Nezu C. M., D'Zurilla T. J. (2013). *Problem-Solving Therapy. A Treatment Manual*. New York, NY: Springer Publishing Company.

29.Ferdon C. D., Kaslow N. J. (2008). Evidence-based psychosocial treatments for child and adolescent depression. *J. Clin. Child Adolesc. Psychol.* 37, 62–104, 10.1080/15374410701817865

30. Weersing V. R., Jeffreys M., Do M.-C. T., Schwartz K. T. G., Bolano C. (2017). Evidence base update of psychosocial treatments for child and adolescent depression. *J. Clin. Child Adolesc. Psychol.* 46, 11–43, 10.1080/15374416.2016.1220310

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

31.Chand SP, Arif H, Kutlenios RM. Depression (Nursing). 2023 Jul 17. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan–. PMID: 33760492.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

TESS UYDU VERİLERİYLE BB PHE'NİN FREKANS ANALİZİ

Pınar KALEBAŞ
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Astronomi ve Uzay ABD
pinarkutuk@gmail.com, 0009-0005-3778-8043

Dr. Öğr. Üyesi Yasemin KAÇAR CANAYDIN
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Astrofizik Araştırma Merkezi ve Ulupınar Gözlemevi
yaseminkacar@comu.edu.tr, 0000-0002-4420-5994

ÖZET

Parlaklıklarını zamanla değiştiren yıldızlar "değişen yıldızlar" olarak tanımlanmaktadır. Bu değişimler, yıldızın genişleme ve büzülme gibi iç dinamiklerinden veya örtme, örtülme, dönme, dolanma gibi dış etkenlerden kaynaklanabilir. Yüzey tabakalarının düzenli olarak genişleyip büzülmesiyle parlaklık değişimi gösteren yıldızlara zonklayan yıldızlar denir. Hertzsprung-Russell diyagramının kararsızlık kuşağı denilen bölgesinde farklı türde zonklayan yıldızlar bulunmaktadır. δ Scuti yıldızları kararsızlık kuşağında bulunan en yaygın zonklayan yıldız grubu olup yıldızların iç yapısının anlaşılmasında oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada δ Scuti zonklayan BB Phe yıldızının zonklama doğası ortaya konmuştur. Frekans analizi için gerekli veriler Mikulski Uzay Teleskopları Arşivi'ndeki (MAST), tüm gökyüzünün yüksek hassasiyetli fotometrik gözlemlerini yapan TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) uydusundan alınmıştır. Elde edilen verilere Period 04 yazılımı ile fourier dönüşümü uygulanmış ve zonklama frekansları hesaplanmıştır. Sistemin daha önce yapılan bir çalışmada fotometrik ve tayfsal verilerinden elde edilen frekanslar verilmiş olup, bu çalışmada ise ilk kez TESS uydu verileri kullanılarak ayrıntılı frekans analizi yapılmış ve sonuçlar literatür ile karşılaştırılmıştır. BB Phe'nin fotometrik uydu verilerine yapılan analizler sonucunda 22 adet frekans bulunmuş ve baskın frekansın 5.74 c/d ve genlik $0^{m}.0036$ olarak belirlenmiştir. Daha önce yapılan tayfsal ve fotometrik çalışmada 13 frekans rapor edilirken bu çalışmada 22 adet frekans bulunmuş ve sonuçlar literatür ile karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yıldızlar, Zonklayan Yıldızlar, Uydu Verisi Analizleri

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. GİRİŞ

Değişen yıldızlar, parlaklığı zaman içerisinde değişim gösteren yıldızlardır. Parlaklık değişimi, dönme ve tutulma gibi geometrik nedenlerden veya zonklama, parlama, patlama gibi bünyesel nedenlerden kaynaklanır. Parlaklık değişiminin nedeni, yıldızların özellikleri ve içlerinde meydana gelen süreçler hakkında benzersiz bilgiler sağlamaktadır. İlk kez 17. yy'da ortaya çıkan değişen yıldızlar, zamanla fotoğraf tekniklerinin gelişmesiyle keşifleri artmış olup günümüzde ise bir milyonda fazla değişen yıldız kataloglanmıştır. Geometrik değişenler ve bünyesel değişenler olarak iki ana kategoriye ayrılan değişen yıldızlar, ışık değişim özelliklerine göre çok sayıda alt türe ayrılmaktadır.

1.1 Zonklayan Değişen Yıldızlar

Zonklayan yıldızlar, yüzeylerindeki gaz basıncı ve çekim kuvveti arasındaki dengesizlik nedeniyle düzenli olarak genişleyip büzülen yıldızlardır. Bu "zonklama" hareketi, yıldızın parlaklığının da değişmesine neden olur ve bu hareket çapsal (yıldızın şeklini koruyan) veya çapsal olmayan (yıldızın şeklini bozan) şekilde olabilir. Hertzsprung-Russell diyagramında "kararsızlık kuşağı" olarak bilinen bölgede Cepheid, RR Lyrae, W Wirginis ve δ Scuti türü zonklayan yıldızlar bulunmaktadır. Sayıca en bol bulunan tür olan δ Scutilerin değişen bir yıldız olarak kataloglanması WW Campbell ve WH Wright (1900)'a ait olup 1956'da sadece dört δ Scuti yıldızı bilinirken (Eggen 1956), Rodriguez vd. (2000a) hazırladığı katalogda keşfedilen 636 adet δ Scuti yıldızı yer almaktadır. Soydugan vd. (2006) ise en az bir bileşeni δ Scuti türü zonklamalar gösteren, 167 adet örten çift sistemin özelliklerini listelemiştir.

A0 - F5 tayf türü aralığında olan δ Scutilerin değişim dönemleri 0.3 günden kısa, V bandındaki parlaklıkları 0^m.001 ile 0^m.8 arasında değişirken tipik ışık eğrisi genliği ise 0^m.02 dir. δ Scuti yıldızları, H-R diyagramında anakolun yaklaşık 2^m.5 yukarısından başlayarak, alt sınırda standart Pop I anakol yıldızlarına kadar uzanırlar. Çoğu δ Scuti yıldızı Pop I üyesidir; ancak, düşük metalik ve yüksek uzay hızına sahip birkaç Pop II türü yıldız da bulunmaktadır. Galaksideki sayısız zonklayan cisim arasında, zonklayan beyaz cücelerden sonra en önemli grubu oluştururlar. Genlikleri 0^m. 30'dan daha büyük olan δ Scuti yıldızlarının birçoğuna bazen cüce Cepheidler , Al Vel veya RRs yıldızları da denir (Breger 1979). Genlik değişimi 0^m. 3'ten daha büyük olan tüm yıldızları Breger (1979, 1980), δ Scuti yıldızları olarak adlandırmayı önermiştir. δ Scuti yıldızları çok karmaşık ışık eğrisi değişimi gösterirler. δ Scuti yıldızlarının bir bölümü sadece çapsal (radyal) modda zonklarken, diğer bölümü çok sayıda çapsal ve çapsal olmayan (non-radyal) modda zonklarlar. Tayfsal ve fotometrik tekniklerin yanı sıra, zonklama modellemesinin kombinasyonu, başlıca zonklama modlarının doğasını tanımlamayı mümkün kılmıştır (Daszy´nska-Daszkiewicz ve ark. 2005). Bu karmaşık yapılarının detaylı incelenmesiyle, yıldızların iç yapıları ve evrim durumu hakkında önemli bilgiler edinilmektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

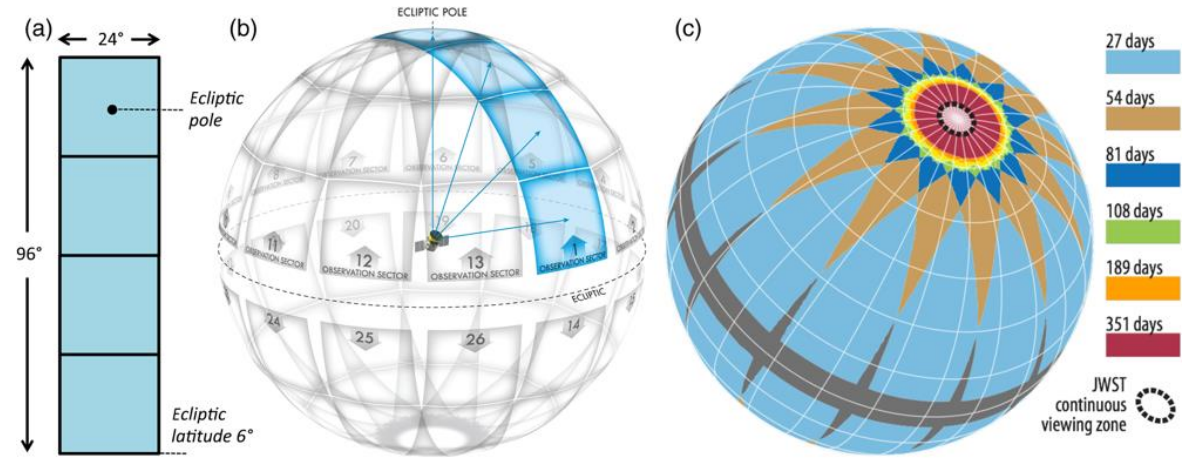
1.2 δ Scuti türü Bir Değişen: BB Phe

BB Phe ilk kez 1981'de B. Reipurth tarafından keşfedilmiştir. BB Phe, Hoffleit ve Jaschek (1982) tarafından F2 III olarak sınıflandırılmıştır. M. Bossi vd (1993) yapılan çalışmada fotometrik ve tayfsal ardışık 11 gece ve yararlı 90 saatlik gözlem süresiyle BB Phe için 10 adet frekans elde etmişlerdir. Mantegazza, L. ve Poretti, E. (1997) BB Phe yıldızını tayfsal olarak gözlemiş ve elde ettiği sonuçları önceki çalışmalarla birleştirerek, 5 tanesi fotometrik, 3 tanesi tayf gözlemi ve 5 tanesi de hem tayfsal hem de fotometrik gözlemlere dayananan toplam 13 frekans elde etmişlerdir. Bu çalışmada BB Phe'nin zonklama doğasını ortaya koymak için TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) uydu verileri kullanıldı.

1.3 TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite)

Güneş sistemi dışındaki gezegenleri keşfetmek için 2018'de fırlatılan TESS, geçiş halinde ötegezegen araştırma uydusu olarak tasarlanmıştır. Gezegen geçişi esnasında yıldızın parlaklığındaki düşüşünü gözlemlemek için 600nm-1040nm dalga boyu aralığında kırmızı optik bant geçişi kullanarak hassas ölçümler yapan dört adet geniş alanlı optik CCD kamera kullanılmaktadır. TESS gözlemleri, her yıldızı bulunduğu ekliptik enleme göre en az 27 gün gözlemleyen ve iki yarım küreyi de kapsayan sektörlere ayrılmıştır. TESS'in her kamera merceğinin görüş alanı 24^0x24^0, dört kameranın birleşik görüş açısı da 24^0x96^0dir. Önceden seçilmiş hedef yıldızların parlaklık ölçümleri iki dakikada bir, tam kare görüntüleri ise yarım saatte bir kaydedilir.

TESS, kuzeyde 13 ve güneyde 13 olmak üzere toplamda 26 gözlem sektörü ile tüm gökyüzünü inceler. Ekliptik enleme bağlı olarak, her yıldız yaklaşık bir aydan bir yıla kadar gözlemlenebilir. TESS, gökyüzünün büyük bir bölümünü (~%85) kapsayarak yıldızların parlaklığındaki değişimleri inceleme fırsatı sunmaktadır. Görsel 1'de TESS kameralarının ekliptik boylam çizgisi boyunca hizalandığı (a), planlanan görev sırasında gökyüzündeki görüş alanlarının yönelimini (b) ve tüm gözlem sektörleri sırasıyla gerçekleştirilirken tüm gökyüzünün ne kadar süreyle gözlendiği (c) görülmektedir (MAST, (t.y.).



Görsel 1. TESS için planlanan gökyüzünün 26 gözlem sektörü (MAST, (t.y.).

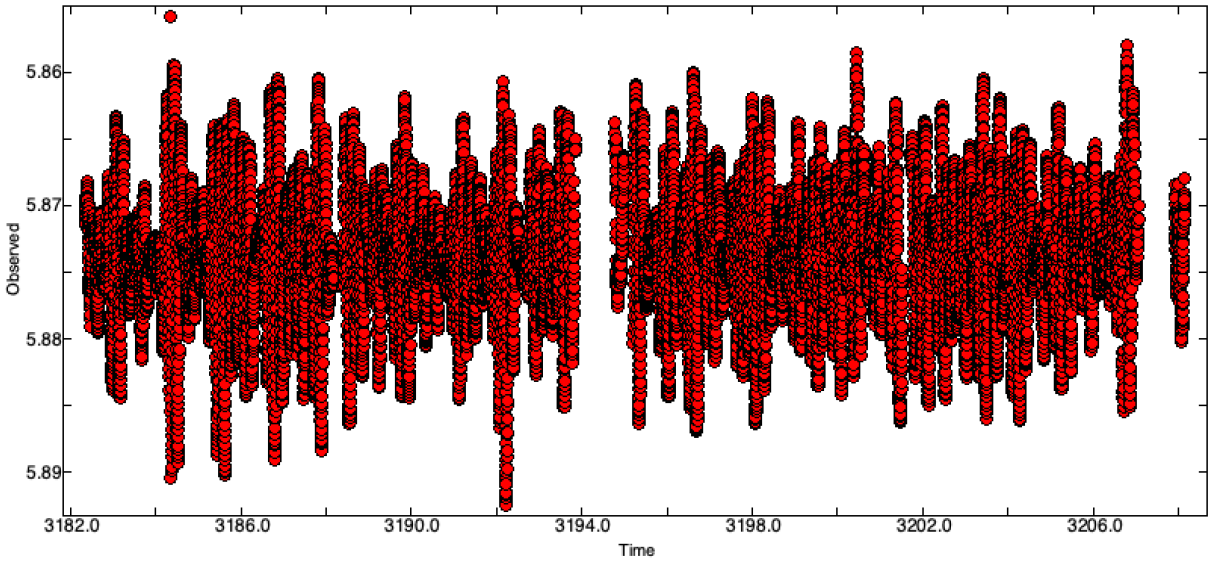
ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu bölümde δ Scuti türü değişim gösteren BB Phe'nin zonklama doğasını ortaya koymak için, TESS uydu verilerini kullanarak ayrıntılı frekans analizi sunulmaktadır. BB Phe'nin fotometrik verileri 25 Ağustos - 20 Eylül 2023 tarih aralığını kapsayan 69 nolu sektör gözlemleri kullanılmıştır. Mikulski Uzay Teleskopları Arşivi'ndeki MAST'ın veritabanından fits formatında veriler indirilerek NASA'nın fits dosya çözümleyici programı FV ile zamana karşı akı olarak dönüştürülmüş, buradan zamana karşı parlaklık değerleri elde edilmiştir. Görsel 2'de MAST'dan alınan verilerden oluşturulan BB Phe'nin 16770 noktadan oluşan tüm ışık eğrisi (üst panel) ve zonklamaların net ortaya çıktığı küçük bir kesiti Görsel 3'te (alt panel) görülmektedir. Elde edilen zaman serisine Fourier dönüşümü uygulayarak frekans değerlerini hesaplanmıştır. Bunun için Lenz ve Breger (2005) tarafından geliştirilen PERIOD04 programı kullanılmıştır. Bu program sayesinde zaman serisindeki farklı frekanslar tespit edilip, en küçük kareler yöntemi ile çoklu frekans uyumu gerçekleştirilerek veriler modellenmiştir. Programda kullanılan Fourier fit formülü (1) denkleminde verilmektedir.

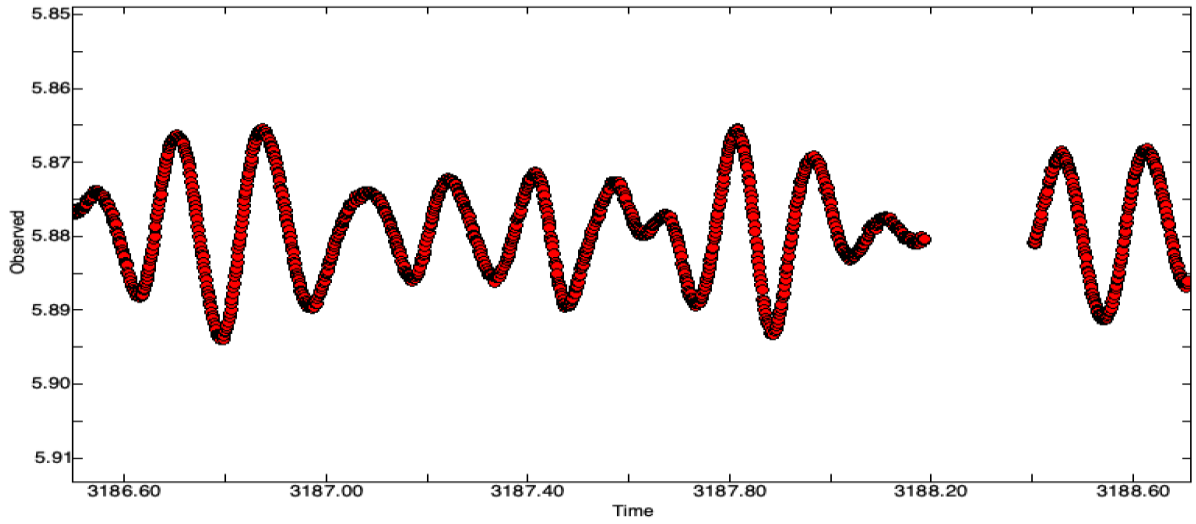
$$Z + \sum A_i \sin\left(2\pi(\Omega_i t + \Phi_i)\right) \qquad (1)$$

(1) denkleminde; Z: sıfır seviyesi, A: genlik (mmag), Ω: frekans ve Φ:evre (radyan cinsinden açı) olarak belirtilmektedir. Analiz sonucunda frekans değerlerinin yanı sıra, her bir frekansa ait genlik ve evre bilgisi de elde edilmiştir.



Görsel 2. BB Phe'nin TESS'den alınan ışık eğrisi görülmektedir

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

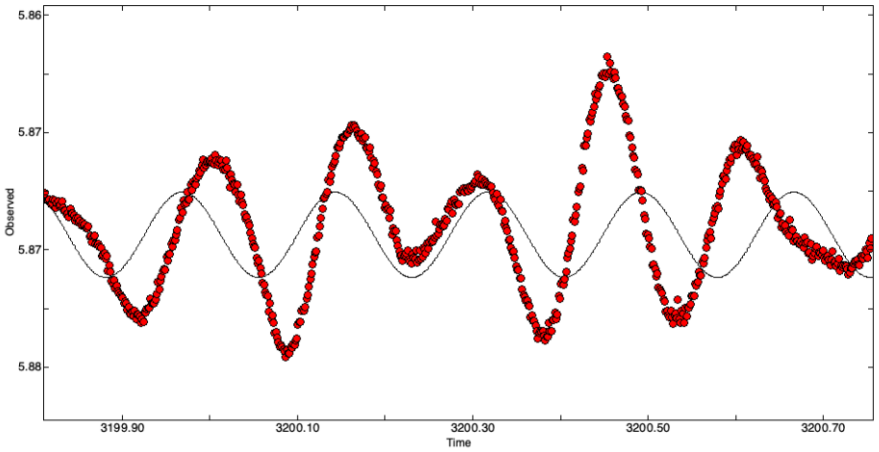


Görsel 3. BB Phe'nin TESS'den alınan ışık eğrisinde, zonklamaların belirgin olduğu küçük bir kesit görülmektedir.

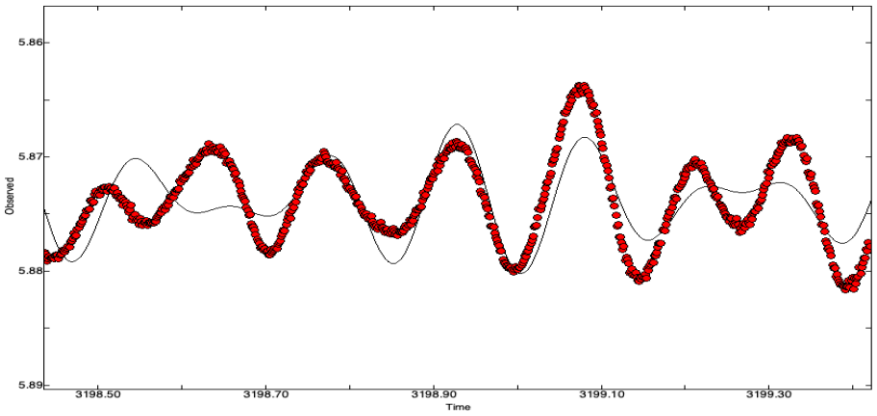
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Mantegazza, L. ve Poretti, E. (1997) tarafından yapılan yer tabanlı fotometrik ve tayfsal gözlemler sonucunda BB Phe'nin 13 farklı frekansta zonklama gösterdiği belirtilirken, sisteme ait uydu verileriyle yapılmış ayrıntılı frekans analizi bulunmamaktadır. Bu kapsamda seçilen BB Phe yıldızı ele alınarak, TESS verileriyle frekans analizleri tekrarlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda literatürde belirtildiği gibi 13 frekans ile değil, duyarlılık sınırı S/N>4 üzerinde kalan tam 22 frekans ile zonkladığı bulunmuştur. Bulunan frekans ve genlik değerleri, S/N oranları ve frekansların harmonikleri ve kombinasyonları Çizelge 1'de verilmiştir. BB Phe'nin veri setine Fourier Dönüşümü uygulanarak frekans belirlemek üzere PERIOD 04 ile çözüme başlanmış ve ilk frekans (f_1) hesaplandıktan sonra gözlemsel veri üzerine çözümden elde edilen sinüs fiti geçirilerek Görsel 4'teki grafik elde edilmiştir. S/N > 4 olarak bulunan her frekans sonrasında gözlemsel veri üzerine teorik sinüs fiti geçirilerek, çözümün veri setiyle uyumu kontrol edilmiştir (Görsel 5). S/N < 4'ün altında kalan frekanslar hariç tutularak, bulunan her yeni anlamlı frekansla bu adımlar tekrarlanmış, en sonunda gözlemsel veriye en iyi uyum sağlayan çözüm elde edilmiştir (Görsel 6).

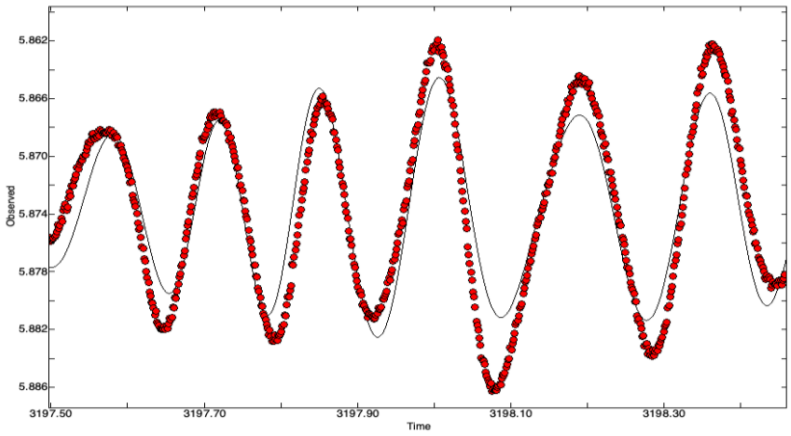
ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 4. f_1 frekansı hesaplandıktan sonra veri setine uygulanan sinüs fiti grafiği



Görsel 5. f_1 ve f_2 frekansları hesaplandıktan sonra veri setine uygulanan sinüs fiti grafiği



Görsel 6. Tüm anlamlı frekanslar hesaplandıktan sonra veri setine uygulanan sinüs fiti grafiği

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 1. Çizelgede BB Phe yıldızının frekans analizinden hesaplanan S/N>4 olan tüm frekans ve genlikler ile bu frekansların olası kombinasyonları verilmektedir.

	frekans (d^{-1})	Genlik (mag)	S/N	Harmonik ve kombinasyonlar
F1	5.736909	0.0036	6.204	-
F2	7.377500	0.0030	38.337	-
F3	6.487392	0.0023	25.147	-
F4	6.159662	0.0022	23.308	-
F5	5.314155	0.0021	11.034	$2f_1 - f_4$
F6	6.972200	0.0016	17.118	$f_1 + f_2 - f_4$
F7	5.017453	0.0015	7.742	$2f_1 - f_3$
F8	8.062049	0.0015	21.365	$f_1 + f_2 - f_7$
F9	6.045246	0.0012	12.132	$f_1 + f_3 - f_4$
F10	5.861020	0.0011	10.741	$2f_4 - f_3$
F11	6.262441	0.0010	10.713	$f_2 - f_3 + f_5$
F12	7.117643	0.0009	10.423	$f_1 + f_2 - f_9$
F13	5.610859	0.0009	8.238	$2f_3 - f_2$
F14	5.765997	0.0007	6.763	f_1
F15	9.518414	0.0004	7.152	$f_3 - f_7 + f_8$
F16	8.579825	0.0004	6.969	$2f_2 - f_4$
F17	10.767280	0.0003	6.604	$f_1 + f_7$
F18	7.228179	0.0003	4.16874	$2f_3 - f_1$
F19	7.569484	0.0002	4.04943	$f_4 - f_1 + f_{12}$
F20	11.983180	0.0002	5.73559	$f_1 + f_{11}$
F21	8.525526	0.0002	6.05472	f_{16}
F22	11.054287	0.0002	5.10966	$f_1 + f_5$

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada BB Phe için ilk kez TESS uydu verileri kullanılarak ayrıntılı frekans analizi sonuçları sunulmuştur. Yapılan analizler sonucunda S/N $\geq$ 4 üzerinde kalan 22 adet frekans

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

bulunmuş, baskın frekans 5.74 c/d ve genlik $0^{m}.0036$ olarak hesaplanmış ve literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür. Yapılan önceki çalışmalarda bulunan frekansların daha az sayıda çıkması, atmosferik ve gözlem süresi koşulları ile hassasiyet ölçümlerinin yer-gözlem uydularında uydu verilerine göre daha düşük olması gibi nedenlerden kaynaklandığı söylenebilir. Yer tabanlı gözlemlerden elde edilen verilerle yapılan analizlerin, hassasiyeti yüksek uydu gözlemleriyle elde edilen verilerle tekrarlanması sonucunda daha detaylı bilgilere ulaşılabileceğinin gösterilmesi literatüre anlamlı bir katkı olarak görülmektedir.

Gelişen teknoloji ve uydu çağının ilerlemesiyle birlikte dünya yörüngesine fırlatılan ve yüksek çözünürlüklü, farklı dalga boylarında gözlem yapabilen CCD kameralar ile donatılmış uydu teleskoplar aracılığı ile önceki çalışmaların tekrarlanması, yeni ve daha detaylı bilgilere ulaşmada anahtar rol oynadığı düşünülmektedir.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FYL-2024-4834.

KAYNAKÇA

[1] Barack,N., Bedding,T.R., Murphy,S.J., “Hey,D.R. Revisiting bright δ Scuti stars and their period–luminosity relation with TESS and Gaia DR3” (2022)

[2] Breger, M. “Delta Scuti and Related Stars”. Astronomical Society of the Pacific, Publications, vol. 91, Feb.-Mar. 1979, p. 5-26.

[3] Breger, M. 1980. The nature of dwarf Cepheids. V - Analysis and conclusions. ApJ, Vol. 235, pp. 153-162

[4] Bossi, M. ; Mantegazza, L. ; Nunez, N. ; Poretti, E. “Pulsational characteristics of the Delta Scuti star HD 2724”. September 1995

[5] Campbell, W.W. and Wright, W.H., 1900, "A list of nine stars whose velocities in the line of sight are variable", ApJ 12, 254

[6] Daszy´ nska-Daszkiewicz J., Dziembowski W. A., Pamyatnykh A. A., et al., 2005, A&A, 438, 653

[7] Eggen, O.J., 1956, "Two new bright variable stars: delta Delphini and delta Capricorni". PASP 68, 541

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[8] Fath, E.A., 1935, "The variability of delta Scuti", PASP 47, 23

[9] Hoffleit D., Jaschek C.: 1982, The Bright Star Catalogue, fourth revised edition, Yale University Observatory, New Haven, CT, USA.

[10] Lenz, P. and Breger, M. (2005) Period04 User Guide. Communications in Asteroseismology, 146, 53-136. https://doi.org/10.1553/cia146s53

[11] Mantegazza, L. and Poretti, E. "Line profile analysis of the δ Scuti star HD 2724≡BB Phe: mode identification and amplitude variations". (1999)

[12] MAST (Mikulski Archive for Space Telescopes). https://archive.stsci.edu/ (Erişim Tarihi: 15.12.2024)

[13] Reipurth, B. "Two New Variable Stars In The Bright Star Catalogue" (7 September 1981)

[14] Reipurth, B. "Two New Variable Stars in the Bright Star Catalogue".Information Bulletin on Variable Stars, No. 2015, #1.

[15] Ricker,G et al. "The Transiting Exoplanet Survey Satellite" (28 October 2014)

[16] Rodriguez, E., López-González, M.J. and López de Coca, P. 2000a. A revised catalogue of delta Sct stars. A&AS, Vol. 144, pp. 469-474.

[17] Soydugan, E., Soydugan, F., Demircan, O. and İbanoğlu, C. 2006. A catalogue of close binaries located in the δ Scuti region of the Cepheid instability strip. MNRAS, Vol. 370, pp. 2013-2024.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

DÜŞÜK KALİTELİ LİNYİT KÖMÜRLERİ VE ATIK PLASTİĞİN BİRLİKTE GAZLAŞTIRILMASIYLA ÜRETİLEN SENTEZ GAZININ KARAKTERİZASYONU

MURAD RAHEEM

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Müh. Fak. Makine Mühendisliği Bölümü Kütahya

muradrahim@gmail.com -0009-0005-2094-4783

Doç. Dr. OĞUZHAN ERBAŞ

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Müh. Fak. Makine Mühendisliği Bölümü Kütahya

oguzhan.erbas@dpu.edu.tr- 0000-0001-9424-4273

ÖZET

Alternatif enerji kaynaklarına olan talebin artması, düşük kaliteli linyit kömürü ve atık plastikler gibi çeşitli hammaddelerden sentetik gaz (syngas) üretimine yönelik kapsamlı araştırmalara yol açmıştır. Bu çalışma, beş farklı düşük kaliteli Türk linyit kömürünün atık plastiklerle karıştırılarak gazifikasyonu sonucu üretilen sentetik gazın özelliklerini incelemektedir. Gazifikasyon süreci, sıcaklık, basınç ve hammadde bileşimi gibi temel parametrelerin değerlendirilmesi amacıyla Thermoflex enerji dönüşüm sistemleri yazılımı ile modellenmiştir. Seçilen linyit kömürleri, jeolojik özelliklerine göre çeşitlendirilmiş ve atık plastiklerin farklı oranlarda karıştırılmasıyla atıktan enerji üretimi simülasyonu yapılmıştır. Hammaddelerin termokimyasal özellikleri ve sentetik gazın bileşimi, özellikle hidrojen, karbon monoksit, metan ve karbondioksit konsantrasyonlarına odaklanarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, linyit kömürü türü ve plastik içeriğinin, sentetik gaz verimi ve bileşimi üzerinde önemli etkiler yarattığını, bu durumun enerji verimliliği ve karbon ayak izi açısından farklılıklar oluşturduğunu göstermektedir. Bu çalışma, ülkemizdeki düşük kaliteli linyit kömürü ve atık plastiklerden sentetik gaz üretiminin optimize edilme potansiyelini vurgulamakta ve Türkiye'deki sürdürülebilir enerji üretimi ile atık yönetimi için önemli bilgiler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kömürün Gazlaştırması, Linyit kömürü, Atık plastikler, Sentez Gazı

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ABSTRACT

The increasing demand for alternative energy sources has led to extensive research on the production of synthetic gas (syngas) from various raw materials such as low-quality lignite coal and waste plastics. This study investigates the properties of the synthetic gas produced by gasification of five different low-quality Turkish lignite coals mixed with waste plastics. The gasification process was modeled with Thermoflex energy conversion systems software in order to evaluate the basic parameters such as temperature, pressure and raw material composition. The selected lignite coals were diversified according to their geological properties and waste-to-energy production simulation was performed by mixing waste plastics in different ratios. The thermochemical properties of the raw materials and the composition of the synthetic gas were analyzed, focusing especially on hydrogen, carbon monoxide, methane and carbon dioxide concentrations. The results show that the type of lignite coal and plastic content have significant effects on the yield and composition of synthetic gas, which creates differences in terms of energy efficiency and carbon footprint. This study highlights the potential of optimizing the production of synthetic gas from low-quality lignite coal and waste plastics in our country and provides important information for sustainable energy production and waste management in Turkey.

Keywords: Coal Gasification, Lignite Coal, Waste Plastics, Synthesis Gas

1.GİRİŞ

Türkiye ekonomisinde sağlam ve sürdürülebilir bir büyüme elde etmek için, özellikle sürdürülebilir kalkınma bağlamında, enerji üretimi için mevcut tüm yerel kaynakların değerlendirilmesi ve kullanımına öncelik verilmesi hayati önem taşımaktadır. Türkiye, Yüksek Planlama Kurulu tarafından 2009 yılında kabul edilen “Elektrik Enerjisi Piyasası Arz Güvenliği Strateji Belgesi’nde ortaya konulan stratejik hedeflerle uyumlu olarak, yerel kömür potansiyelinden tam olarak yararlanmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda, dünya çapında temiz kömür teknolojilerindeki gelişmeler hakkında bilgi sahibi olmak esastır. Gelişmiş kömür yakma yöntemleri, kömür gazlaştırma süreçleri ve kömür madenciliği tekniklerindeki iyileştirmeler gibi yenilikler, kömür kaynaklarının daha verimli ve çevre dostu kullanımı için fırsatlar sunmaktadır. Fosil yakıtlar arasında kömürün, Türkiye'nin enerji portföyü için yüksek öncelikli bir kaynak olarak görülmesi gerektiğini kabul etmek önemlidir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Ülkenin önemli linyit rezervleri ve keşif girişimleri yoluyla yeni kömür yataklarını keşfetme ve geliştirme konusundaki devam eden potansiyeli göz önüne alındığında, gelecekteki enerji taleplerini karşılamak için kömürden elektrik üretimine yönelik stratejik bir yaklaşımın hayati önem taşıyacağı açıktır. Kömürün ulusal enerji stratejisindeki rolünün vurgulanması yalnızca enerji güvenliğini desteklemekle kalmaz, aynı zamanda ekonomik büyüme ve kalkınmayı da besler. Bu nedenle, kömür kaynaklarından elektrik üretimine erişim, önümüzdeki yıllarda Türkiye'nin enerji projeksiyonunun vazgeçilmez bir yönü olacaktır. Kömürün şu anda küresel elektrik üretiminin %41'ini oluşturmasıyla, elektrik üretimi için yerli kömür kaynaklarının kullanımını artırma zorunluluğu giderek artmaktadır. Sonuç olarak, yerli kömür bazlı elektrik santrali girişimlerini geliştirmeye odaklanan araştırma ve çalışmalarda bir artış olmuştur. Bu yaklaşım yalnızca yabancı enerji kaynaklarına olan bağımlılığımızı azaltmayı amaçlamakla kalmayıp aynı zamanda ülkemizin ithal kömür teknolojisine önemli ölçüde bağımlı olduğu gerçeğini de ele almaktadır [1].

Ülkemiz açısından özellikle dikkat çeken, düşük kaliteli kömürü daha temiz enerjiye dönüştürmenin bir yolu olarak son on yılda ivme kazanan bir süreç olan linyit gazlaştırmaya odaklanılmasıdır. Bu Ar-Ge çabaları, enerji üretiminde inovasyonu ve kendi kendine yeterliliği teşvik etmek için çok önemlidir. Ancak, daha sürdürülebilir bir enerji çerçevesine etkili bir şekilde geçiş yapmak için, bu projelerin kapsamını ve ölçeğini daha da genişletmek esastır. Gelişmiş kömür teknolojilerine yatırım yapmak yalnızca çevresel etkileri azaltmayı amaçlamakla kalmaz, aynı zamanda yerel kaynakları daha verimli kullanarak enerji güvenliğimizi de güçlendirir. Yerli kömür rezervlerimizin tüm potansiyelini açığa çıkarmak ve aynı zamanda daha temiz enerji standartlarını karşılamaya yönelik küresel çabalarla uyum sağlamak için bu girişimlere daha fazla önem verilmesi gerekmektedir [1].

IGCC (Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrim) Teknolojisi, kömürün gazlaştırılması yoluyla elektrik üretmeye yönelik gelişmiş bir yaklaşımı temsil etmektedir. Bu yenilikçi süreç, katı kömürü gaz halindeki sentez gazına dönüştürmeyi içermekte ve bu daha sonra verimli bir şekilde elektrik üretmek için kullanılabilmektedir. IGCC teknolojisinin olağanüstü avantajlarından biri, geleneksel enerji santrallerine kıyasla önemli ölçüde daha yüksek elektrik dönüşüm verimliliğidir [2,3].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Bu süreç, yanmadan önce kirleticilerin emisyonunu önleyen gelişmiş sistemlerle tasarlanmıştır ve böylece çevresel endişeleri daha etkili bir şekilde ele almaktadır. Sonuç olarak, IGCC teknolojisi önemli ölçüde daha düşük sera gazı emisyonları ve havadaki kirleticilerle sonuçlanır ve bu da onu kömür bazlı enerji üretimi için daha çevre dostu bir alternatif haline getirmektedir. Ayrıca, IGCC sistemleri, su sorunu ile karşı karşıya olan bölgelerde kritik öneme sahip olan geleneksel kömür enerji santrallerine göre daha az su tüketmektedir. Bu teknoloji ayrıca daha az katı atık üretmekte ve kömür enerjisi üretimiyle ilişkili çevresel ayak izini daha da azaltmaktadır [3,4].

IGCC teknolojisinin öne çıkan özelliklerinden biri de, girdi ve ürün esnekliğidir. Bu çok yönlülük yalnızca elektrik üretimine değil, aynı zamanda çeşitli değerli yan ürünlerin üretimine de olanak tanımaktadır. Bunlara sıvı yakıtlar, hidrojen ve ulaşım sektöründe ve diğer endüstrilerde kullanılabilen bir dizi kimyasallarda dahildir. IGCC teknolojisi, sentez gazının potansiyelinden yararlanarak enerji ve kaynak geri kazanımı için yeni yollar açmakta ve böylece daha sürdürülebilir bir enerji geleceğine katkıda bulunmaktadır [4,5].

2. DÜŞÜK KALİTELİ LİNYİT KÖMÜRLERİ İLE ATIK PLASTİĞİN BİRLİKTE GAZLAŞTIRILMASI

Kömür gazlaştırma teknolojilerinde, sentez gazı elde etme süreci, geleneksel yöntemlerde tipik olarak kullanılan tam yanmanın aksine, kısmi yanma veya kısmi oksidasyon olarak bilinen bir yöntemi içermektedir. Bu proses, kömür, biyokütle, organik atıklar ve doğal gaz gibi karbon içeren kaynakların, yaygın olarak sentez gazı da olarak adlandırılan bir gaza dönüştürülmesini kolaylaştıran özel yer üstü reaktörlerde gerçekleştirilir. Bu sentez gazının birincil bileşenleri karbon monoksit (CO), hidrojen (H_2) ve metandır (CH_4) [6,7].

Sentez gazı üretiminin ayırt edici özelliklerinden biri, kükürt emisyonlarını etkili bir şekilde yönetme yeteneğidir. Gazlaştırma işlemi sırasında, kömürde bulunan kükürt, hidrojen sülfüre (H_2S) dönüştürülmektedir. Bu dönüşüm, kükürdün çeşitli şekillerde tutulmasını, kullanılmasını ve sonuçta element kükürt veya sülfürik asit gibi değerli yan ürünler üretilmesini sağlamaktadır. Gazlaştırmanın bu yönü, kükürdü zararlı bir kirletici olmaktan ticari açıdan faydalı bir ürüne dönüştürmektedir. Dahası, gazlaştırma teknolojileri diğer çevre kirleticilerini azaltmada önemli avantajlar sergilemektedir. İşlemler, partikül madde, azot oksitler (NO_x) ve karbondioksit (CO_2) dahil olmak üzere çeşitli kirleticilerin önemli bir yüzdesini (yüzde 95 ila 99 arasında) tutabilir

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

veya yakalayabilir. Kirletici yönetimindeki bu yüksek verimlilik, gazlaştırmanın geleneksel yanma yöntemlerine göre daha temiz bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır [8,9].

2.1. Gazlaştırma Modeli

Dünyanın enerji ihtiyacı giderek artmaktadır, ancak fosil yakıtların sınırlı olması ve çevresel etkileri göz önüne alındığında, alternatif enerji kaynaklarına yönelmek büyük bir gereklilik haline gelmiştir. Atık plastikler ve linyit kömürlerinin birlikte gazlaştırması, mevcut fosil yakıtlara alternatif olabilecek bir enerji kaynağı yaratabilecektir. Bu çalışmada da linyit kömürleri ve atık plastiğin birlikte gazlaştırması ve sentez gaz üretimi için bir model geliştirilmesine çalışılmıştır. Linyit türünün ve içeriğinin sistem performansı üzerindeki etkisini analiz etmek için parametrik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, beş farklı Türk linyit kömürü ve polietilenin birlikte gazlaştırması sonucu elde edilen sentez gazı bileşimi ve alt ısıl değeri (LHV) analiz edilmiştir. Gazlaştırma modelinde kullanılan farklı tipteki linyit kömürlerinin ve atık malzemenin kısa ve elementel analizleri Tablo 1'de verilmiştir [12].

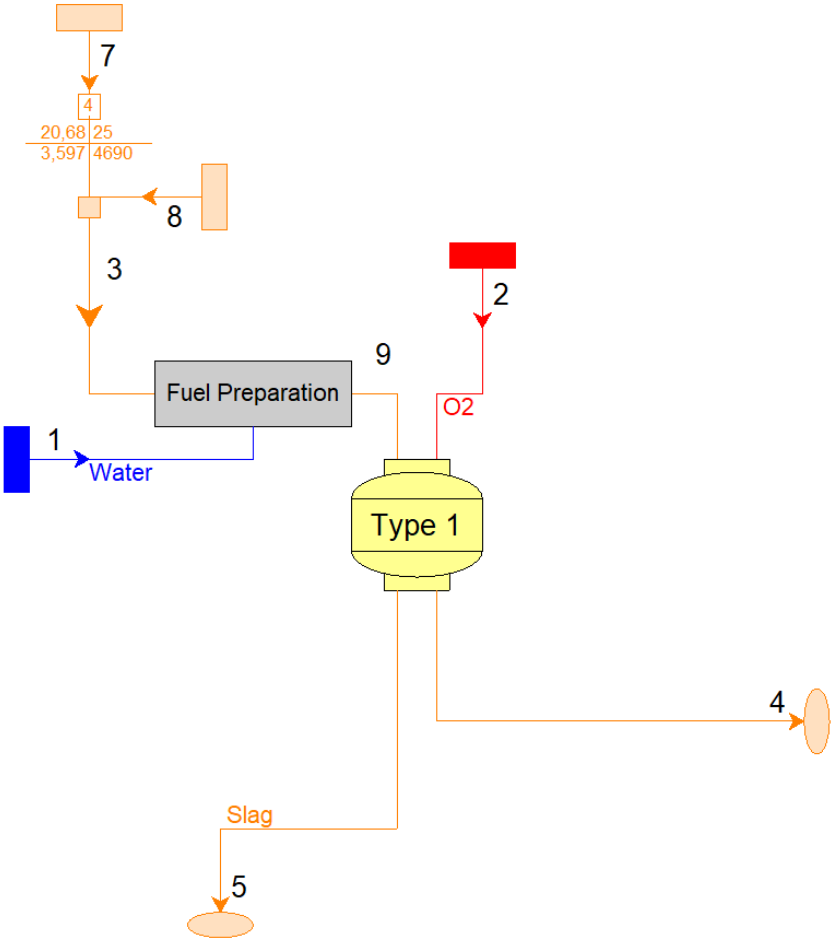
Tablo1 . Farklı Tipteki Linyit Kömürlerinin ve Atık Malzemenin Kısa-Elementel Analizleri

	Tunçbilek	**Seyitömer**	**Tınaz**	**Husamlar**	**Ilgın**	**HDPE**
Kısa Analiz						
Sabit Karbon	39.39	19.89	5.65	12.41	3.81	0
Uçucu Madde	30.23	25.66	19.96	31.02	31.66	94.77
Kül	11.79	17.96	55.89	22.47	38.11	4.98
Elementel Analiz						
C	70.58	53.70	19.50	43.69	32.18	78.18
H	4.12	2.74	1.39	3.06	2.68	12.84
O	6.23	11.66	7.44	12.55	6.96	3.61
N	2.19	1.12	0.60	1.30	0.69	0.06
S	2.39	2.51	2.50	4.30	5.02	0.08
Nem	18.50	36.50	18.50	34.10	26.42	0.25
LHV (MJ/kg)	21.69	11.38	4.69	8.82	7.58	34.10

Üretilen sentez gazı, birden fazla uygulama için kullanılabilmektedir. Metanol, dimetil eter ve amonyak dahil olmak üzere çeşitli kimyasalların yanı sıra jet yakıtı içerebilen sıvı yakıtların

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

üretimi için de çok yönlü bir hammadde görevi görmektedir. Ayrıca, sentez gazı, gaz motorlarında veya elektrik üretimi için Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrim (IGCC) teknolojisinde kullanılabilmektedir. Sentez gazının uygulamaları açısından esnekliği, onu daha sürdürülebilir ve verimli enerji sistemlerine geçişte değerli bir ürün haline getirmektedir [10,11]. Şekil 1'de kullanılan gazlaştırma modeli iş akış şeması gösterilmiştir.



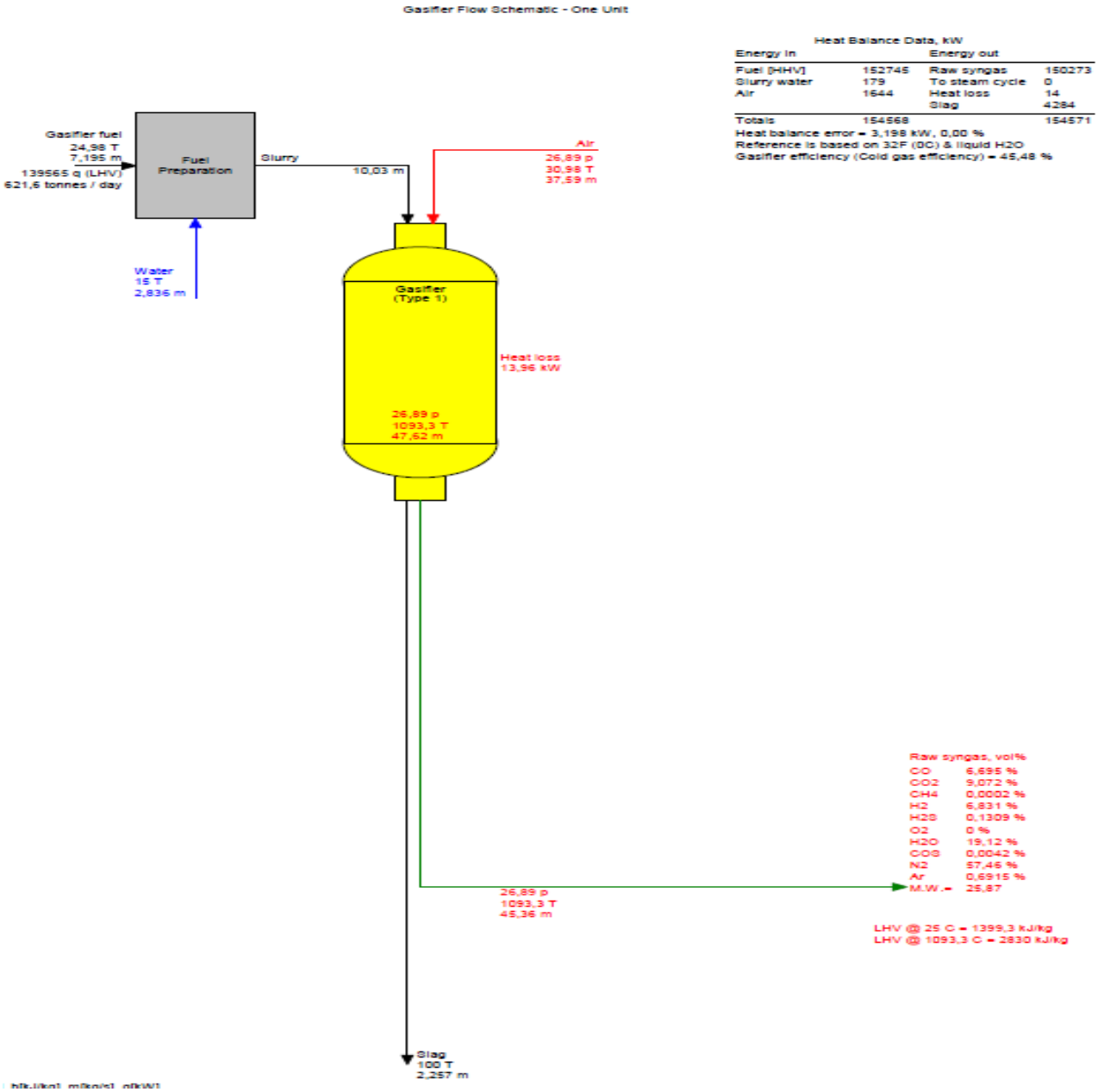
Şekil 1. Gazlaştırma Modeli İş Akış Şeması

3. SONUÇLAR

Kömürün nem, kül, sabit karbon, uçucu madde içeriği, tane boyutu, kekleşme özelliği ve külün erime sıcaklığı gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri, gazlaştırma sürecinin verimliliğini, enerji üretimini ve çevresel etkilerini doğrudan etkilemektedir. Bu faktörlerin her biri, gazlaştırma teknolojilerinin etkinliğini artırmak ve daha sürdürülebilir bir enerji üretimi sağlamak için dikkatle değerlendirilmelidir. Uçucu madde miktarının yüksek olması, kömürün reaktifliğini artırmakta, yani daha kolay bir şekilde kimyasal reaksiyonlara girmesini sağlamaktadır. Bu da gazlaştırma süreçlerinin daha verimli ve etkili olmasına olanak tanımaktadır. Sabit karbon

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

içeriği, kömürün enerji yoğunluğunu gösterir. Yüksek sabit karbon oranına sahip kömürler, daha fazla enerji üretme potansiyeline sahiptir. Kekleşme özelliği, kömürün gazlaştırma sırasında şekil değiştirme eğilimini belirler. Kekleşen kömürler, gazlaştırma reaksiyonlarının düzgün bir şekilde ilerlemesini engelleyebilir. Şekil 2'de Tınaz kömürü ile atık malzemenin gazlaştırılması sonucu elde edilen model değerleri gösterilmiştir.



Ülkemizdeki linyit kömürlerinin çoğu, yüksek uçucu madde içeriğine sahip genç kömürlerdir. Bu, gazlaştırma teknolojisi kullanarak enerji üretimi için oldukça avantajlı bir durumdur, çünkü bu tür kömürler daha düşük sıcaklıklarda bile etkin bir şekilde gazlaştırabilir ve bu da enerji üretim sürecini hızlandırabilir. Gazlaştırma ürünlerinin özellikleri, kullanılan kömür ve atık

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

malzemenin fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Bu veriler, gazlaştırma süreçlerinin optimize edilmesine ve en uygun enerji üretim koşullarının belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Tablo 2'de de bu çalışmada kullanılan farklı tip kömür-atık malzeme özelliklerine göre elde edilen gazlaşma ürünleri ile özellikleri verilmiştir.

Tablo 2. Farklı Tip Kömür-Atık Malzeme Karışımının Gazlaştırma Model Sonuçları

Sentez Gaz Bileşimi (%)	**Tunçbilek/HDPE**	**Seyitömer/HDPE**	**Tınaz/HDPE**	**Husamlar/HDPE**	**Ilgın/HDPE**
H_2	9.31	8.56	6.83	7.53	7.14
CO	10.86	9.48	6.69	8.12	7.35
CO_2	8.07	8.46	9.07	8.86	8.90
N_2	56.66	56.92	57.46	57.62	57.79
H_2O	14.30	15.78	19.12	16.98	17.87
LHV (kJ/kg)	3533	3303	2830	3052	2943
Soğuk Gaz Verimi (%)	56.48	54.05	45.48	50.54	48.26

Bu çalışmada; en yüksek CO ve H_2 konsantrasyonları Tunçbilek (Tavşanlı) kömürü ve HDPE karışımının birlikte gazlaştırması ile elde edilmiştir. Bunun nedeni ise, yakıtın elementel analizindeki yüksek C ve H içeriğidir. En düşük CO ve H_2 konsantrasyonları ise Tınaz (Muğla-Yatağan) kömürü ve HDPE karışımının birlikte gazlaştırması ile elde edilmiştir. Bunun nedeni ise, yakıtın elementel analizindeki düşük C ve H içeriğidir. Benzer şekilde, sentez gazının alt ısıl değeri en yüksek Tunçbilek kömürü ve HDPE karışımının birlikte gazlaştırması ile en düşük ise Tınaz ve HDPE karışımının birlikte gazlaştırması ile elde edilmiştir. Bunun nedeni de, sentez gazının içindeki yanabilir H_2 ve CO konsantrasyonlarıdır. Maksimum gazlaştırma verimi % 56.48 oranı ile yine Tunçbilek ve HDPE karışımının birlikte gazlaştırması durumunda elde edilmiştir. Minimum verim ise %45.48 oranı ile Tınaz kömürü ve HDPE karışımının gazlaştırması durumunda belirlenmiştir. İleriki çalışmalarda, daha iyi bir gazlaştırma performansı elde edebilmek için hava yerine buhar atmosferinin kullanılması ve yüksek plastik oranlarına çıkarılması planlanmaktadır.

KAYNAKÇA

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[1] Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, (2018), TÜBA Raporları No: 25, "TÜBA-TEMİZ KÖMÜR TEKNOLOJİLERİ RAPORU", Ankara.

[2] Wang, T., & Stiegel, G. J. (Eds.). (2016). *Integrated gasification combined cycle (IGCC) technologies*. Woodhead Publishing.

[3] Frey, H. C., & Zhu, Y. (2006). Improved system integration for integrated gasification combined cycle (IGCC) systems. *Environmental science & technology*, *40*(5), 1693-1699.

[4] Emun, F., Gadalla, M., Majozi, T., & Boer, D. (2010). Integrated gasification combined cycle (IGCC) process simulation and optimization. *Computers & chemical engineering*, *34*(3), 331-338.

[5] Christou, C., Hadjipaschalis, I., & Poullikkas, A. (2008). Assessment of integrated gasification combined cycle technology competitiveness. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *12*(9), 2459-2471.

[6] Batorshin, V. A., Suchkov, S. I., & Tugov, A. N. (2023). Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC) Units: History, State-of-the Art, Development Prospects. *Thermal Engineering*, *70*(6), 418-429.

[7] Sheikh, H. M., Ullah, A., Hong, K., & Zaman, M. (2018). Thermo-economic analysis of integrated gasification combined cycle (IGCC) power plant with carbon capture. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, *128*, 53-62.

[8] Sheikh, H. M., Ullah, A., Hong, K., & Zaman, M. (2018). Thermo-economic analysis of integrated gasification combined cycle (IGCC) power plant with carbon capture. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, *128*, 53-62.

[9] Qin, Z., Zhang, Z., & Ma, X. (2022). Effects of sewage sludge blending on techno-economic performance of Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC) system. *Process Safety and Environmental Protection*, *160*, 584-593.

[10] Phillips, J. N., Booras, G. S., & Marasigan, J. (2017). The history of integrated gasification combined-cycle power plants. *Turbo Expo: Power for Land, Sea, and Air*, *50831*, V003T03A007.

[11] Liu, K., Cui, Z., & Fletcher, T. H. (2009). Coal gasification. *Hydrogen and syngas production and purification technologies*, 156-218.

[12] Erdem, K., Han, D. G., & Midilli, A. (2024). A parametric study on hydrogen production by fluidized bed co-gasification of biomass and waste plastics. *International Journal of Hydrogen Energy*, *52*, 1434-1444.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

A COMPARATIVE THERMOLUMINESCENCE STUDY ON ZnO AND ZnO: DY3+ NANOROD PHOSPHORS: ANOMALOUS HEATING RATE EFFECT

Assist. Prof. Dr. Hamide AVCI
Selçuk University,
himal@selcuk.edu.tr- 0000-0003-2097-6054

Dr. Mehmet OĞLAKÇI
Çukurova University,
oglakcimemet@gmail.com- 0000-0003-1096-5087

Assoc. Prof. Dr. Raşit AYDIN
Selçuk University,
raydin@selcuk.edu.tr- 0000-0001-5070-9649

Prof. Dr. Bünyamin ŞAHİN
Necmettin Erbakan University,
bunyamin.sahin@erbakan.edu.tr- 0000-0001-7059-0315

ABSTRACT

In this study, we report the results of thermoluminescence (TL) analyses of undoped zinc oxide (ZnO) and a series of dysprosium (Dy3+) doped ZnO (ZnO: Dy3+ [x%, mol; x=1, 3, 5, 10]) nanorod samples that were synthesized using a solution-based growth technique and confirmed with structural and elemental analyses. Structural analyses were conducted using X-ray diffraction (XRD), morphological analyses were conducted using field emission scanning electron microscopy (FESEM), and elemental composition was confirmed via energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX). The XRD investigation revealed the hexagonal wurtzite architectures of the ZnO and ZnO: Dy3+ nanoparticles. ZnO samples were found to have crystallite sizes ranging from 14.88 to 9.23 nm. FESEM images reveal that ZnO samples have nanorod-like morphology, while EDX shows the presence of Zn, O and Dy in the samples. TL characterizations of ZnO and ZnO: Dy3+ (x%, mol; x=1, 3, 5, 10) were conducted and the optimal Dy3+ doping concentration was determined to be 5 %(mol). Considering the TL glow curves obtained with a linear heating rate of 2°C/s and beta particle irradiation of 5 Gy, separate TL maxima were observed at ~98°C and ~322°C for ZnO and ~94°C and ~313°C for ZnO: Dy3+(5%). The heating rate effects on ZnO and ZnO: Dy3+(5%) were tested using 0.5, 1, 2, and 4°C/s and anomalous heating rate effects were observed. Reusability characteristics were tested using the same conditions in three sets of ten reuse cycles and the deviation was found to be less than 5%; dose– response linearity characteristics were investigated in 0.5–200 Gy for ZnO and ZnO: Dy3+(5%).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Keywords : ZnO, thermoluminescence, rare earth, doping, nanorod, anomalous heating rate effect

1. INTRODUCTION

To investigate the influence of radiation, thermoluminescence (TL) is an essential application method in radiation dosimetry (Bos, 2006; Daniels, Boyd, & Saunders, 1953; McKeever, 1985; Sunta, 2015). According to the underlying TL theory, when a material is excited by ionizing radiation, the absorbed radiation energy is stored in the lattice structure of the material. TL is a luminescence case of a semiconductor or insulator, which may be released when the materials are thermally stimulated (Bos, 2006; McKeever, 1985; Sunta, 2015). As the temperature of the crystal increases, the absorbed radiation energy is instantly transformed into photoenergy and released as TL, a type of phosphorescence; thus, different synthetic and natural materials are comprehensively researched in TL dosimetry experiments (Bos, 2006; Reuven Chen & McKeever, 1997; Salah, El-Faramawy, Ahmed, & Farouk, 2023; Sunta, 2015). In particular, nanostructured materials are of great importance for researching radiation impacts. Nanoscale TL dosimeters (TLDs) and their conformity in the field of stimulated luminescence have grown over the past years. The interaction of nanostructured materials with radiation is severely dependent on the structure, length, and diameter, which can thereafter be implemented to adjust the photoenergy and release TL (Ha, Do, Nguyen, & Ung, 2023; Lee, Lim, & Lee, 2018). Depending on the size distribution of the smallest scale of nanostructured samples, the interaction of radiation with nanoscale materials can be very different. This has led to the acquisition of several key components for both microelectronic and optoelectronic systems, and it is now a considerable field of photonics (W. Chen & Cao, 2023).

One of the most important nanostructured semiconductor materials is zinc oxide (ZnO). ZnO is a member of the II–VI group of metal-oxide-semiconductor materials and has a direct band gap energy of 3.37 eV and a large exciton-binding energy of 60 meV (Isik, Yildirim, & Gasanly, 2016). This wide exciton binding energy (60 meV) under room conditions and superior chemical and thermal stability make it an engaging phosphor for low-voltage emissive displays (Rajabi, Dariani, & Zad, 2011). Nanostructured ZnO samples fabricated as thin films and nanoscale powders can present different properties according to the synthesis method. Recently, nanoscale ZnO samples have been researched due to their potential applications in optoelectronics, photovoltaics, and biomedical fields (Jia et al., 2009; Soylu, Kara, Türkmen, & Şahin, 2022; Abdulkadir Taşdemir, Akman, Akkaya, Aydın, & Şahin, 2022). It is noted that the substitution of rare-earth elements into nanoscale metal-oxide semiconductors can induce intense changes in the optical, electrical, and luminescence properties (Yang et al., 2008). Additionally, Soares et al. studied TL properties of undoped ZnO (Cañez-Morales, Cruz-Vázquez, Avilés-Monreal, & Bernal, 2023; Hassan et al., 2024; Soares, Tatumi, Mazzo, Rocca, & Courrol, 2017)studied TL properties of rare earth doped and transition element doped zinc oxide materials.

The fundamental basis of this research was to examine how the structural morphological and compositional characteristics of nanoscale ZnO materials influence their TL efficiencies. For this purpose, rare-earth element dysprosium (Dy)-doped ZnO nanocrystals were synthesized using an optimized solution-based method followed by low-temperature annealing

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

treatment. FESEM and XRD analyses showed that the low-temperature synthesized nanostructured ZnO powders have a rod-like morphology and a hexagonal crystal structure. Additionally, the thermoluminescence mechanism in undoped and Dy-doped nanorods is comprehensively discussed in detail. Another major aim of this research, of studying ZnO nanomaterials, is to examine the metal-oxide semiconductor material as a potential TL dosimeter that could be implemented in dosimetric applications such as radiotherapy and the environment.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Synthesis of ZnO nanorods

Undoped and as a rare-earth element, Dy^{3+}-doped ZnO nanopowders were prepared using a solution-based growth technique. The synthesis bath solution consisted of zinc acetate dehydrate ($Zn(CH_3COO)_2$-$2H_2O$) and deionized (DI) water. The pH value of the growth solution was assayed around 10.0 ± 0.02 by adding NH_4OH heated to 77 °C (350 K) and stirring with a magnetic stirrer at 600 rpm. Dy-doped ZnO fabrications Dysprosium (III) nitrate pentahydrate (Dy $(NO_3)_3$ $5H_2O$) could be synthesized using almost the same technique. To investigate the influence of the rare-earth element Dy as a dopant element on the main physical characteristics of nanosized ZnO rod-like powders, five series of (0%, 1%, 3%, 5%, and 10%) materials were grown. The annealing temperature used in this experiment was 252 °C (525 K) for 60 min (Figure 1). This value was preferred in consequence of our previous research experience on the influence of annealing temperature (Satılmış et al., 2024; A. Taşdemir et al., 2021).

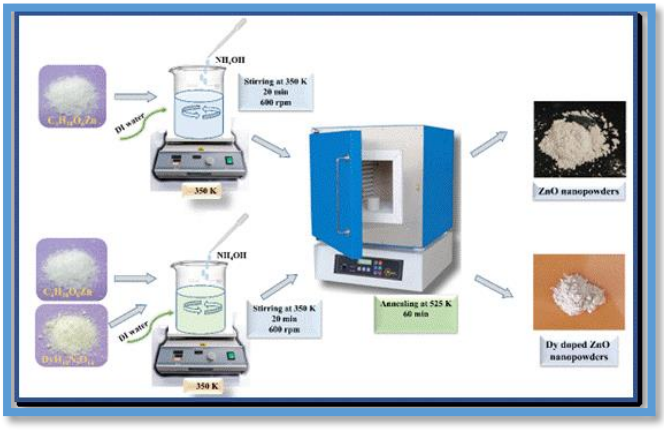


Figure 1. Steps of workflow diagram for synthesis of undoped ZnO and Dy^{3+} doped ZnO samples.

2.2. Structural Characterization of ZnO Nanorods

The particle size, morphology, and distribution of nanostructured ZnO rods were recorded using a ZEISS GeminiSEM 500. Elemental compositions of the samples were determined using energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX). The phases of the obtained materials were investigated using an X-ray diffractometer (Bruker D8 Advance) with a Cu Kα radiation source ($\lambda \pm 1.54056$ Å).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2.3. TL Characterization of ZnO Nanorods

Thermoluminescence analyses of the synthesized rod-like ZnO nanopowders were conducted using Risø DA-20 TL/OSL reader device (Wróbel, Bilski, Marczewska, Mrozik, & Kłosowski, 2015). Prepared samples were used as powders weighing ~5 mg and irradiated with the TL/OSL reader's internal beta particle source, $^{90}Sr/^{90}Y$, which has a dose rate of 0.064 Gy per second. The emitted light during thermal stimulation was recorded via a built-in photo multiplayer tube, which has the capability of sensing the UV– vis region 300-650nm, of the TL/OSL reader system. TL spectra were recorded using a linear heating rate of 2 °C/s from 0°C to 400 °C; however, the upper limit of this temperature range and linear heating rate changed only for various heating rate (VHR) experiments. The irradiation dose was constant except for the dose– response experiment. Two different bandpass filters were used in this process: Hoya U340(2.5mm) for the emission sensitivity to ~340 nm region; and a combination of Schott BG-3(1mm) and Schott BG-39(1mm) for the emission sensitivity to ~410 nm region. Identical experimental steps were applied to undoped ZnO and Dy^{3+} doped ZnO samples' TL experiments to investigate dose linearity, heating rate characteristics, and reusability. For all of the experimental steps, the background signal was subtracted from the corresponding TL signal via the TL/OSL reading system to record the net TL emission.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Morphological and compositional characteristics

Figure 2 displays the SEM images of both undoped and Dy-doped ZnO samples. The SEM images indicate that the particle sizes and forms vary with the Dy doping concentration. The synthesized particles in the undoped ZnO powders (x = 0) were approximately 257.5 nm in size and had a rod-like shape (Phuruangrat, Dumrongrojthanath, Thongtem, & Thongtem, 2016). When Dy was added at a 5% concentration, the particle thickness decreased to 107.4 nm (Figure 3). The thickness value decreased as the doping percentage increased. The high roughness that occurs as the Dy content increases is likely the reason for this. It can be inferred that higher levels of Dy doping result in smaller nanorod morphologies (Ghada El Fidha et al., 2022; Kristiantoro, Dedi, & Fauzia, 2021).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

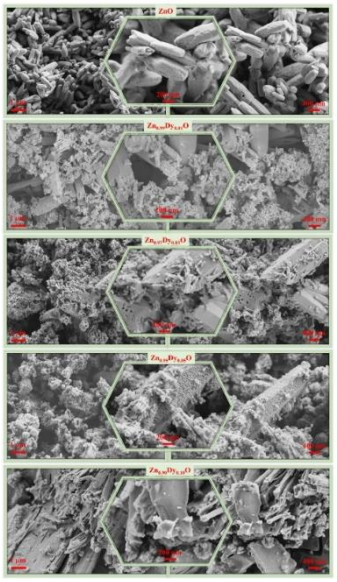


Figure 2. SEM images of undoped ZnO and Dy^{3+} doped ZnO samples.

Furthermore, it was observed that the morphological structure deteriorated when the percentage of Dy was increased to 10%. The solubility and homogeneity of the solution can be affected by a high concentration of Dy atoms, resulting in different morphologies (Yaprintsev & Ivanov, 2023).

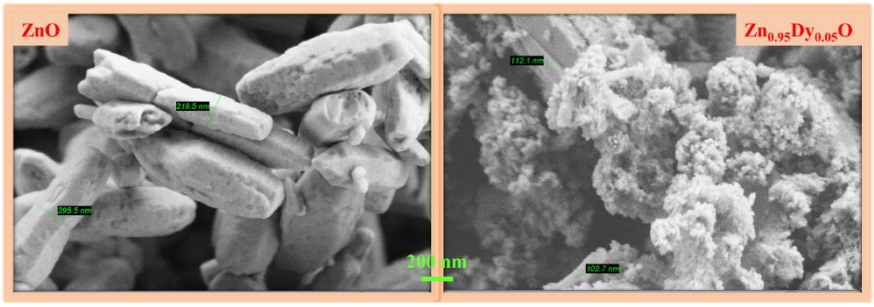


Figure 3. SEM images of undoped ZnO and 5% Dy^{3+} doped ZnO samples.

Elemental analysis was performed using energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX) connected to a field emission scanning electron microscope (FESEM) device. Zn, Dy, and O were confirmed to be present in ZnO nanostructures doped with 5% Dy by the peaks shown in Figure 4. Additionally, Figure 4 contains a table that summarizes the weight percentage of various elements in the $Zn_{0.95}Dy_{0.05}O$ sample. Elemental mapping was also used to display the distribution of Zn, Dy, and O in the nanoparticle morphology. Figure 4 shows the mapping pictures indicating the presence of Zn (green), O (red), and Dy (turquoise) in the $Zn_{0.95}Dy_{0.05}O$ film, confirming the success of Dy doping.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

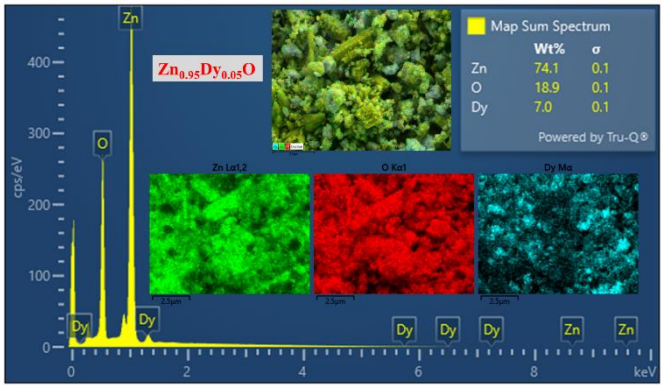


Figure 4. EDX analysis and EDX mapping images of 5% Dy^{3+} doped ZnO samples.

3.2. Structural Study

The XRD analysis determined the phases of the synthesized ZnO nanoparticles. Figure 5 displays a comparison of the XRD images of undoped ZnO and Dy-doped $Zn_{1-x}Dy_xO$ nanoparticles. All diffraction peaks were in good agreement with the wurtzite (hexagonal) structure of ZnO JCPDS No: 36-1451) (Barzinjy & Azeez, 2020; Mohammed, Suriani, & Jabur, 2018). No diffraction peaks were detected for any other impurities. The three most prominent diffraction lines are observed at 31.925°, 34.571°, and 36.410°, which correspond to the ZnO lattice planes of (100), (002), and (101), respectively. The diffraction pattern shows additional peaks at 47.679°, 56.757°, 63.014°, 66.531°, 68.083°, 69.205°, 72.696°, and 77.095°, which correspond to the (102), (110), (103), (200), (112), (201), (004), and (202) planes of the ZnO particles. Figure 5 shows that the peak intensity (crystallinity) decreases as the Dy dopant concentration increases.

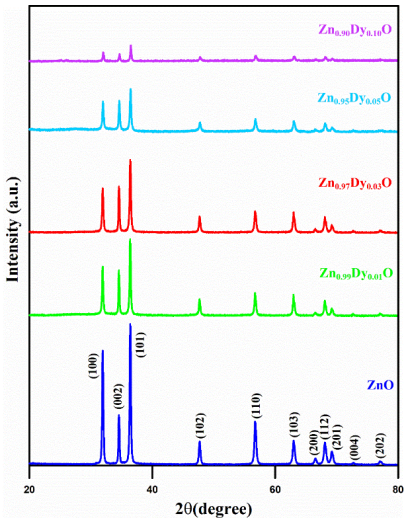


Figure 5. XRD pattern of undoped ZnO and Dy^{3+} doped ZnO samples.

The addition of Dy to ZnO nanoparticles leads to a notable alteration in the lattice parameters, resulting in a slight rightward angle shift in the diffraction peaks when compared with undoped ZnO nanoparticles (Figure 6). The shift toward a larger angle can be explained by the substitution of Zn^{2+} ions with dopant ions Dy^{3+} (Ali et al., 2021; Kahveci, Akkaya, Yücel, Aydın, & Şahin, 2023). This is because Dy^{3+} has a higher ionic radius (0.912 Å for Sixth

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

coordination number) than Zn^{2+} (0.740 Å for the Sixth coordination number), which results in a larger angle (G. El Fidha et al., 2021; Nikita Sharma & P. P. Sahay, 2023).

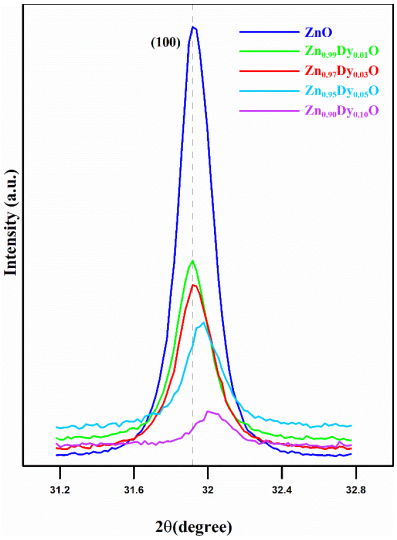


Figure 6. XRD spectra of undoped ZnO and Dy^{3+} doped ZnO samples (zoomed).

Using the full width at half maximum (FWHM) (β) values of the XRD peaks, the average size of the crystallites was calculated using the Scherrer Equation given equation 1 (Akkaya, Kahveci, Aydın, & Şahin, 2021; Bhardwaj et al., 2018).

$$D = \frac{K\lambda}{\beta cos\theta} \quad (1)$$

where D,K, λ, and θ represent the crystallite size, shape factor, the wavelength of X-ray radiation (λ = 1.54056 Å) for Cu-Kα, and the Bragg angle, respectively. The average D of undoped and Dy [1% to 10%] doped ZnO nanoparticles were found to be 42.81nm, 45.83, 42.08, 41.59, and 39.27 nm, respectively. The change in D may be attributed to various factors, such as reaction kinetics after doping, density of nucleation sites, and bond energy between Dy^{3+} ions and O^{2-} oxygen ions. A decrease in D is observed, which is in fair agreement with the shift of the peaks toward larger angles (Aggarwal, Vasishth, Kaur, & Verma, 2019; Jayachandraiah, Siva Kumar, Krishnaiah, & Madhusudhana Rao, 2015; Nikita Sharma & Pradosh Prakash Sahay, 2023).

3.3. Thermoluminescence study

3.3.1. Filter selection and optimal Dy^{3+} concentration

The thermoluminescence spectrum reading process can benefit from optical bandpass filters between the sample to be measured and the photomultiplier tube for observation of the behavior of the dosimetric phosphorus material. A TL spectrum is the cumulating of all visible region wavelengths, and one can refine and observe the behavior of subject material sensitivity in terms of TL intensity, TL peak position, etc. To choose a better option, we utilized a Hoya U-340 optical bandpass filter, which has a 2.5 mm thickness, and a combination of Schott BG-3 and Schott BG-39, each having a 1 mm thickness. For the detection of TL emission, undoped ZnO and Dy^{3+} doped ZnO samples were irradiated with beta particles at a 5 Gy dose level. TL emission results recorded using Hoya U-340 (2.5mm) were nearly only noise; however, it was observed that using the combination of Schott BG-3 (1mm) and Schott BG-39 (1mm) was

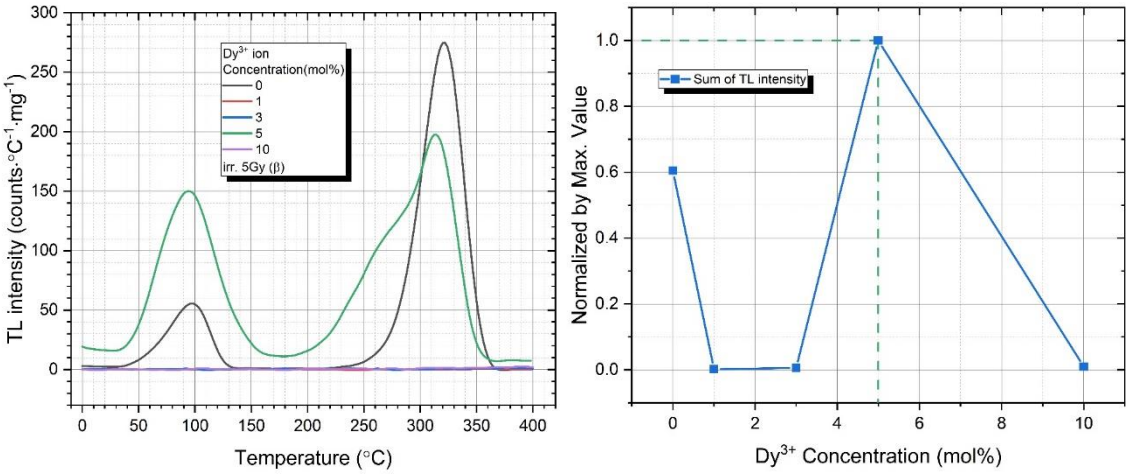
ISBN NR: 978-625-5962-02-7

remarkable in terms of TL intensity. Figure 7-a depicts the net TL emission curves, recorded after 5 Gy of beta irradiation, of undoped ZnO and Dy^{3+}-doped ZnO samples. According to these results, the net TL emission signal of undoped ZnO and 5% Dy^{3+} doped ZnO samples has local maximums at around ~97°C and ~320°C and ~95°C and 312°C respectively. Additionally, 1, 3, and 10% Dy^{3+} doping affected the TL characteristic of the ZnO structure very negatively, and there was no TL signal at all. Using another viewpoint in Figure 7-b, the total net TL emission per Dy^{3+} concentration is given to determine the optimal concentration of Dy^{3+} ion doping, the concentration quenching (Dexter & Schulman, 1954), in ZnO nanophosphor using the current synthesis routine.

The change in the TL response intensity can be elucidated by changing dopant concentrations in the host materials (Jung, Lee, Kang, Park, & Yang, 2005). The increase in the intensity of TL response can be owing to the existence of dopants in the host crystal lattice, which can serve electron-hole traps and thus lead to the TL phenomenon. Similarly, to decrease in the intensity of TL response may be because the entity of dopants does not compose an electron-hole trap. It is owing to the dopant rare-earth materials renovating the defect centers of the host material ZnO (Guler, Isik, Ahmedova, Guseinov, & Gasanly, 2018). Additionally, dopant materials do not induce the TL stability and sensitivity of the peaks as a result of lower or higher doping percentage which acts as an annihilator of the trap, on the assumption, inappropriately named dopant suppression (Han, Li, & Tso, 2000; McKeever, 1985).

All the TL experiments presented in this work were conducted using identical conditions on undoped ZnO and Dy^{3+}-doped ZnO samples. Considering the results given in Figures 7-a and 7-b, one obvious effect of Dy^{3+} doping is a change in the TL intensity for both the TL maxima of the TL spectra of undoped ZnO and 5%Dy^{3+} doped ZnO samples. The number of shallow electron traps on the lower temperature maximum side, in other words, increased, and the number of deeper electron traps relatively decreased in terms of the TL intensity of local maxima. However, the TL emission of ZnO's high-temperature side had a narrow distribution, with the effect of 5% Dy^{3+} doping. The distribution on the high-temperature side of the Dy-doped ZnO sample is slightly broadened. This can be interpreted as some deeper electron traps of undoped ZnO obtaining a slightly lower energetic level and creating an obvious close-by energy level on the high-temperature side of 5% Dy^{3+}-doped ZnO sample's net TL emission. The rest of the TL experiments were conducted for the comparison of the undoped ZnO and 5% Dy^{3+}-doped ZnO samples, as the 5% dopant ratio was determined as the optimal value for TL characteristics, in terms of TL peak position and temperature of the ZnO structure synthesized using the aforementioned synthesis process.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

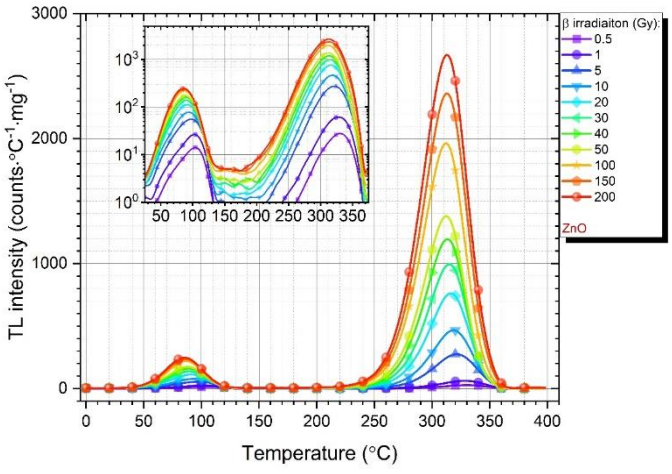


(a) (b)

Figure 7. a) Net TL emission spectra of undoped ZnO and Dy^{3+} doped ZnO samples. **b)** Sum of TL emissions per Dy^{3+} concentration

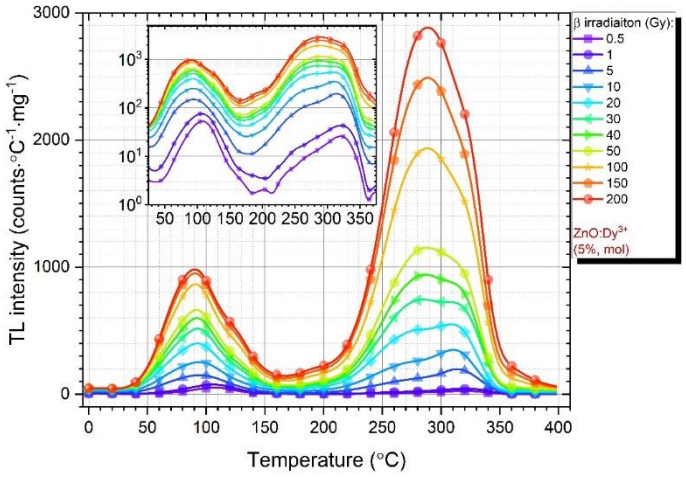
3.3.2. Dose dependence and linearity characteristics

The dose-response of any dosimetric material's linearity characteristics to applied irradiation type gives clues about which dose level such a TLD candidate can be used. Hence, the area of possible usage will also be determined. A dose– response experiment was conducted to determine the linearity characteristics of both undoped ZnO and 5% Dy^{3+}-doped ZnO samples. For this purpose, each sample was irradiated with 0.064–200 Gy of beta irradiation. These experiments were repeated three times for each of them. Averaged net TL signals of ZnO- and 5% Dy^{3+}-doped ZnO samples, respectively, are shown in Figure 8-a and 8-b for the dose range 0.5–200 Gy. Insets of Figure 8-a and 8-b give an overview of how the shape of the TL emission spectrum evolved with an increase in the irradiation dose level by drawing the intensity (y-axis) logarithmically. As the dose level increases, the shape of the TL spectrum does not change for ZnO; however, the temperature at maxima shifts to lower values. This means that first-order kinetics might not be dominant in those energy levels. According to theory, the temperature of the peak will not shift toward a lower temperature if it is first-order (Garlick & Gibson, 1948; Randall & Wilkins, 1945). For the spectrum of ZnO, the Dy^{3+}(5%) temperature values of maxima do not shift.



(a)

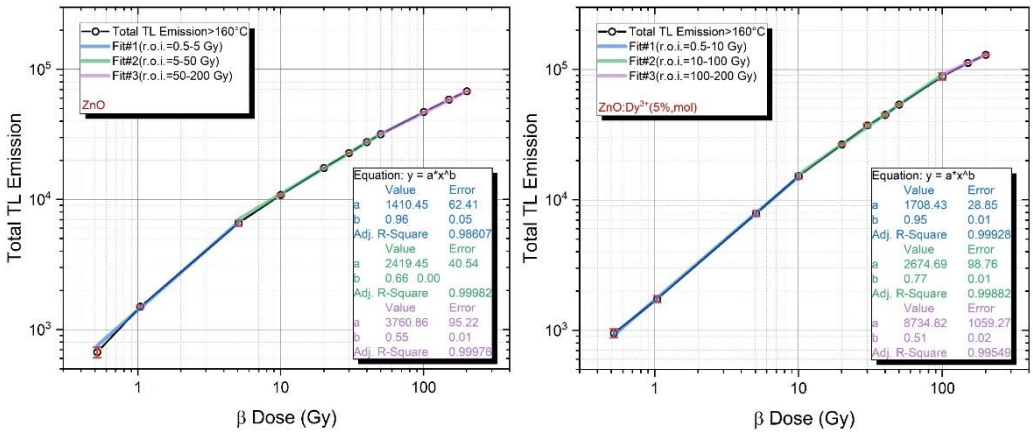
ISBN NR: 978-625-5962-02-7



(b)

Figure 8. TL glow curves recorded after different irradiation dose levels for **a)** ZnO **b)**ZnO:Dy(5%).

The sum of the TL emission was plotted, logarithmically, against the applied irradiation dose to determine the TL dose response linearity characteristics of ZnO and ZnO: Dy (5%, mol) for regions greater than 160°C, which are given in Figure 9-a and 9-b, respectively.



(a) (b)

Figure 9. log-log scaled sum of TL intensity > 160°C vs irradiation dose for **a)**ZnO **b)**ZnO:Dy^{3+}(5%,mol).

The linearity characteristic, b, is determined by fitting this distribution with equation 2

$$TL = aD^b \tag{2}$$

where TL is the sum of TL emission given on the y-axis, D is the applied dose (x-axis), a is the factor of proportionality, b is the linearity characteristic, which means linear when b=1, sub-linear b<1, and super (supra) linear b>1. ZnO and ZnO: Dy^{3+}(5%, mol) were fitted with Equation 2 for different regions of interest in terms of given dose as 0.5–5 Gy, 5-50 Gy, 50-200 Gy determined linearity parameter b. ZnO has close to 1 linearity characteristic for the 0.5–5 Gy dose level. As the dose level increases, its character becomes sublinear up to 50 Gy. After 50 Gy up to 200 Gy, the sublinearity character becomes more obvious. ZnO: Dy^{3+}(5%, mol) has the same linearity character in all three regions of interest (Table 1).

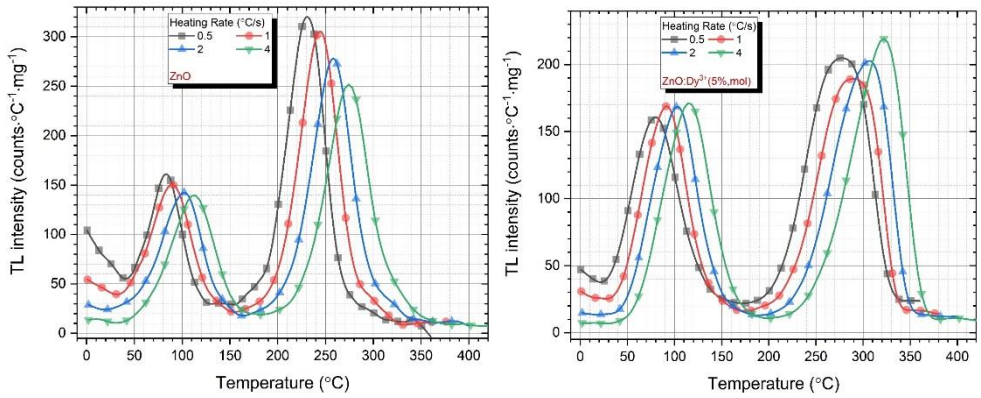
Table 1. Dose response linearity character of ZnO and ZnO:Dy3+(5%,mol) for different dose intervals

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

	b parameter in different fit region of interest		
	0.5-5 Gy	**5-50 Gy**	**50-200 Gy**
ZnO	0.96±0.05	0.66±0.00	0.55±0.01
ZnO:Dy(5%,mol)	0.95±0.01	0.77±0.01	0.51±0.02

3.3.3. Variable heating rate effect

As the heating rate (HR) varies, the TL glow curve will evolve. With the increase of HR, TL intensity will decrease, total emission will be the same (±5%), full width at half maximum (FWHM) will grow -TL peaks will be broader-, and the temperature at TL maximum (T_m) will shift to a higher temperature value (R. Chen & Winer, 1970). ~5mg powder samples of ZnO, and ZnO: Dy^{3+}(5%, mol) irradiated with beta particles at 5 Gy dose level. The reading process was repeated using linear HR values 0.5, 1, 2, and 4 °C/s. The obtained new TL emissions are shown in Figure 10-a and 10-b for ZnO and ZnO: Dy^{3+}(5%, mol) samples, respectively.



(a) (b)

Figure 10. TL glow curve emission curves obtained using variable heating rates for **a)**ZnO b)ZnO:Dy^{3+}(5%,mol) samples.

As expected, the TL spectrum of each sample shifts to higher temperatures. Both TL maxima on ZnO behave as expected in theory. However, while the lower temperature side of ZnO:Dy^{3+}(5%, mol) has normal HR characteristics, the higher temperature side gains increased TL intensity, which can be described as an anomalous heating rate effect (R. Chen & Pagonis, 2017). The TL reader records the temperature value from its heater, but thermal conduction might be hindered due to contact between the sample cup and sample, and materials thermal conduction property, which is temperature lag affects (TLA) and effect the temperature value of peak and can be corrected using Equation 3 (Kitis & Tuyn, 1998).

$$T_{m_j} = T_{m_i} - \frac{T_{m_2} - T_{m_1}}{ln\left(\frac{\beta_2}{\beta_1}\right)} ln\left(\frac{\beta_i}{\beta_j}\right) \quad (3)$$

where T_{m_j} and T_{m_i} are the temperature maximum values obtained when applying HR β_i and β_j. β_1 and β_2 are the slowest two heating rates among the applied ones. The TL peak temperatures of the maximum located on the higher temperature side used for this calculation and the results of the TLA correction are summarized in Figure 11. and Table 2. For this step, Dy^{3+} doping affected the TLA to be more obvious considering the values summarized in Table 2.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

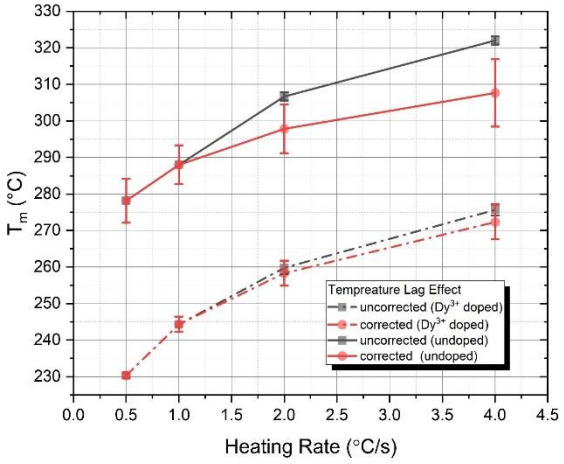


Figure 11. T_m trend for higher temperature side before and after TLA correction for ZnO and ZnO:Dy^{3+}(5%,mol).

Table 2. Table of TLA correction summary of $T_m$values.

	ZnO		**ZnO:Dy^{3+}(5% mol)**	
Heating Rate (°C/s)	**ΔT (°C)**	**± ΔT(°C)**	**ΔT(°C)**	**± ΔT(°C)**
0.5	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.50	1.73	8.83	6.51
4	3.33	3.21	14.33	9.24

3.3.4. Reusability characteristics

The reusability characteristic of any dosimetric material is the measure of how many times it can maintain its sensitivity. For this test, ~5mg of ZnO and ZnO: Dy^{3+}(5%, mol) powder samples were irradiated with 5 Gy of beta dose. A set of processes of ten (10) reuse cycles repeated at different times (Figure 12).

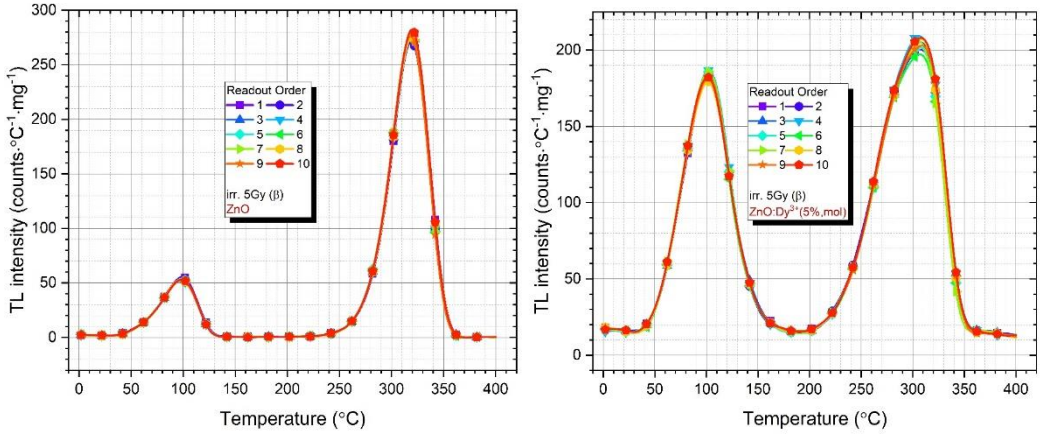
The sum of the TL glow curve emission is divided by the value obtained from the first readout of the corresponding reading set. The average of each set is calculated for each readout. The standard deviation was calculated concerning the mean value (Eqn. 4) of 10 reuse cycles and the first readout value (Eqn. 5). This study considers the possible effect of radiation on reusability.

$$SD_{mean} = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

$$SD_{firts\ value} = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(x_i - x_1)^2} \quad (5)$$

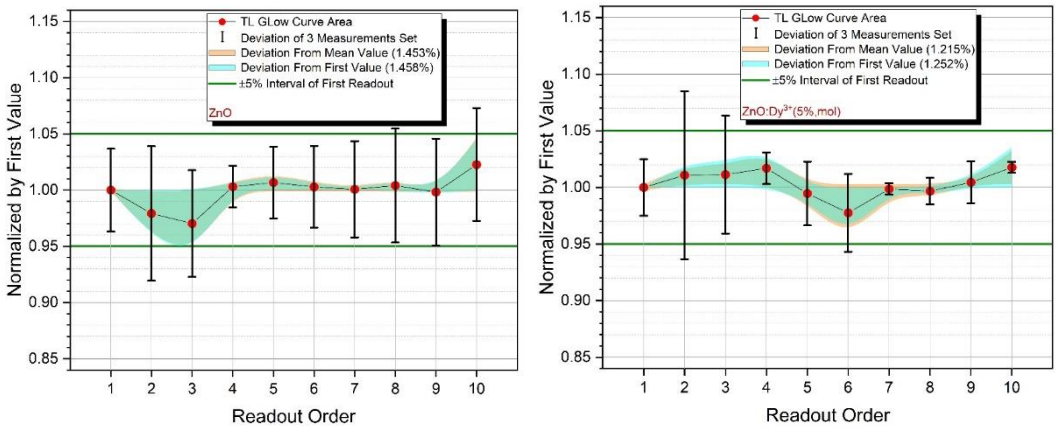
where $\bar{x}$ is the mean value of 10 consecutive readout, N is the number of readouts, i is the readout index. The reusability trends of ZnO and ZnO: Dy^{3+}(5%, mol) samples are given in Figure 13-a and 13-b, respectively.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



(a) (b)

Figure 12. TL glow curve emission of reusability for **a)** ZnO **b)** ZnO:Dy^{3+}(5%,mol).



(a) (b)

Figure 13. Reusability trend of **a)**ZnO **b)**ZnO:Dy^{3+}(5%,mol).

The corresponding standard deviations of the mean values of the 10 reuse cycles were calculated as 1.453% and 1.215%, respectively, and the standard deviations of the first values were calculated as 1.458% and 1.252%, respectively, for ZnO and ZnO: Dy^{3+}(5%, mol) nanophosphors.

The standard deviation of a good dosimetric material is acceptable for a threshold lower than 5% (Furetta, 2003). Regarding those facts, it is determined that Dy^{3+} did change the quality of reusability as 16.38% concerning the mean value of 10 readout values and 20.6% for the first value of 10 readouts.

4. CONCLUSION

Structural and TL characteristics of ZnO and ZnO: Dy^{3+} (x%, mol; x=1, 3, 5, 10) samples synthesized using a solution-based growth technique were investigated. Structural, morphological, and elemental analyses were completed via XRD, FESEM, and EDX, respectively. TL characteristics were investigated using Risø DA-20 TL/OSL reader. The optimal Dy^{3+} doping concentration to the ZnO structure was determined to be 5% (mol) for the TL mechanism. Obvious TL peaks were observed at around ~98°C and ~322°C for ZnO and ~94°C and ~313°C for ZnO:Dy^{3+}(5%). It can be concluded how Dy^{3+} doping concentration affects TL dose response, heating rate effect, and reusability character of ZnO nanorod

phosphor as follows: Dose response linearity character almost not changed in the range of 0.5–200 Gy using 2°C/s linear heating rate. The reusability characteristics of ZnO and ZnO: Dy^{3+}(5%) both have acceptable deviations less than 5%, and the effect of Dy^{3+} doping improved this aspect by 16-20%. The VHR characteristics of ZnO were observed as normal. In contrast, in the high-temperature region of ZnO: Dy^{3+}(5%), an anomalous heating rate effect was observed, although low temperature (nondosimetric region) showed a normal effect. The crystal defects in the sample have been observed to result in the loss of TL signals after being stored at room temperature for a period. In other words, the crystal transitions spontaneously to a defect-free structure. Consequently, the initially observed TL signals are no longer detectable. It is recommended that this physical phenomenon be investigated further.

REFERENCES

Aggarwal, N., Vasishth, A., Kaur, K., & Verma, N. K. (2019). Role of Dysprosium Doping on Structural, Optical, Magnetic and Electrical Properties of ZnO Nanorods. *Journal of Superconductivity and Novel Magnetism, 32*(3), 685-691. doi:10.1007/s10948-018-4757-x

Akkaya, A., Kahveci, O., Aydın, R., & Şahin, B. (2021). Amplifying main physical characteristics of CuO films using ascorbic acid as the reducer and stabilizer agent. *Applied Physics A, 127*(12), 911-911. doi:10.1007/s00339-021-05078-4

Ali, G. A., Emam-Ismail, M., El-Hagary, M., Shaaban, E. R., Moustafa, S. H., Amer, M. I., & Shaban, H. (2021). Optical and microstructural characterization of nanocrystalline Cu doped ZnO diluted magnetic semiconductor thin film for optoelectronic applications. *Optical Materials, 119*, 111312-111312. doi:10.1016/j.optmat.2021.111312

Barzinjy, A. A., & Azeez, H. H. (2020). Green synthesis and characterization of zinc oxide nanoparticles using Eucalyptus globulus Labill. leaf extract and zinc nitrate hexahydrate salt. *SN Applied Sciences, 2*(5), 991-991. doi:10.1007/s42452-020-2813-1

Bhardwaj, R., Bharti, A., Singh, J. P., Chae, K. H., Goyal, N., & Gautam, S. (2018). Structural and electronic investigation of ZnO nanostructures synthesized under different environments. *Heliyon, 4*(4), e00594. doi:https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00594

Bos, A. J. J. (2006). Theory of thermoluminescence. *Radiation measurements, 41*, S45-S56. doi:10.1016/j.radmeas.2007.01.003

Cañez-Morales, M., Cruz-Vázquez, C., Avilés-Monreal, R., & Bernal, R. (2023). Beta particle excited thermoluminescence of new ZnO:Ce phosphors. *Optical Materials, 141*, 113963. doi:https://doi.org/10.1016/j.optmat.2023.113963

Chen, R., & McKeever, S. W. S. (1997). *Theory of Thermoluminescence and Related Phenomena*: WORLD SCIENTIFIC.

Chen, R., & Pagonis, V. (2017). A model explaining the anomalous heating-rate effect in thermoluminescence as an inverse thermal quenching based on simultaneous thermal release of electrons and holes. *Radiation measurements, 106*, 20-25. doi:10.1016/j.radmeas.2016.11.004

Chen, R., & Winer, S. A. A. (1970). Effects of Various Heating Rates on Glow Curves. *Journal of Applied Physics, 41*(13), 5227-5232. doi:10.1063/1.1658652

Chen, W., & Cao, D. (2023). Luminescence Nanomaterials and Applications. *Nanomaterials, 13*(6), 1047-1047. doi:10.3390/nano13061047

Daniels, F., Boyd, C. A., & Saunders, D. F. (1953). Thermoluminescence as a Research Tool. *Science, 117*(3040), 343-349. Retrieved from http://www.jstor.org/stable/1680489

Dexter, D. L., & Schulman, J. H. (1954). Theory of Concentration Quenching in Inorganic Phosphors. *The Journal of Chemical Physics, 22*(6), 1063-1070. doi:10.1063/1.1740265

El Fidha, G., Bitri, N., Chaabouni, F., Acosta, S., Güell, F., Bittencourt, C., . . . Llobet, E. (2021). Physical and photocatalytic properties of sprayed Dy doped ZnO thin films under sunlight

irradiation for degrading methylene blue. *RSC Advances, 11*(40), 24917-24925. doi:10.1039/D1RA03967A

El Fidha, G., Bitri, N., Mahjoubi, S., Chaabouni, F., Llobet, E., & Casanova-Chafer, J. (2022). Dysprosium Doped Zinc Oxide for NO2 Gas Sensing. *Sensors, 22*(14), 5173-5173. doi:10.3390/s22145173

Furetta, C. (2003). *Handbook of Thermoluminescence*: WORLD SCIENTIFIC.

Garlick, G. F. J., & Gibson, A. F. (1948). The Electron Trap Mechanism of Luminescence in Sulphide and Silicate Phosphors. *Proceedings of the Physical Society, 60*(6), 574-590. doi:10.1088/0959-5309/60/6/308

Guler, I., Isik, M., Ahmedova, F., Guseinov, A., & Gasanly, N. (2018). Characteristic features of thermoluminescence in neodymium-doped gallium sulfide. *Luminescence, 33*(4), 759-763. doi:10.1002/bio.3473

Ha, V. T. T., Do, T. A. T., Nguyen, T. T., & Ung, T. D. T. (2023). Luminescence and thermoluminescence of Er ³⁺ -doped CaF ₂ nanomaterials. *Radiation Effects and Defects in Solids, 178*(3-4), 442-455. doi:10.1080/10420150.2022.2150972

Han, Z.-Y., Li, S.-H., & Tso, M.-Y. W. (2000). Effects of annealing on TL sensitivity of granitic quartz. *Radiation measurements, 32*(3), 227-231. doi:10.1016/S1350-4487(99)00270-X

Hassan, S. M. u., Akram, W., Noureen, A., Ahmed, F., Hassan, A., & Ullah, A. (2024). Advances in transition metals and rare earth elements doped ZnO as thermoluminescence dosimetry material. *Radiation Physics and Chemistry, 223*, 111929. doi:https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2024.111929

Isik, M., Yildirim, T., & Gasanly, N. M. (2016). Thermoluminescence properties of ZnO nanoparticles in the temperature range 10–300 K. *Journal of Sol-Gel Science and Technology, 78*(1), 76-81. doi:10.1007/s10971-015-3919-6

Jayachandraiah, C., Siva Kumar, K., Krishnaiah, G., & Madhusudhana Rao, N. (2015). Influence of Dy dopant on structural and photoluminescence of Dy-doped ZnO nanoparticles. *Journal of Alloys and Compounds, 623*, 248-254. doi:10.1016/j.jallcom.2014.10.067

Jia, T., Wang, W., Long, F., Fu, Z., Wang, H., & Zhang, Q. (2009). Synthesis, characterization and luminescence properties of Y-doped and Tb-doped ZnO nanocrystals. *Materials Science and Engineering: B, 162*(3), 179-184. doi:10.1016/j.mseb.2009.04.004

Jung, K. Y., Lee, H. W., Kang, Y. C., Park, S. B., & Yang, Y. S. (2005). Luminescent Properties of (Ba,Sr)MgAl ₁₀ O ₁₇ :Mn,Eu Green Phosphor Prepared by Spray Pyrolysis under VUV Excitation. *Chemistry of Materials, 17*(10), 2729-2734. doi:10.1021/cm050074f

Kahveci, O., Akkaya, A., Yücel, E., Aydın, R., & Şahin, B. (2023). Production of p-CuO/n-ZnO:Co nanocomposite heterostructure thin films: An optoelectronic study. *Ceramics International, 49*(10), 16458-16466. doi:10.1016/j.ceramint.2023.02.007

Kitis, G., & Tuyn, J. W. N. (1998). A simple method to correct for the temperature lag in TL glow-curve measurements. *Journal of Physics D: Applied Physics, 31*(16), 2065-2073. doi:10.1088/0022-3727/31/16/017

Kristiantoro, T., Dedi, & Fauzia, V. (2021). The influence of Dy concentration on the thermoelectric properties of n-type Dy-doped Bi2Te3 pellets prepared by hydrothermal and carbon burial sintering. *Journal of Physics and Chemistry of Solids, 158*, 110241-110241. doi:10.1016/j.jpcs.2021.110241

Lee, S., Lim, J., & Lee, Y. S. (2018). Violet-blue emission property of the cerium-ion doped CaHfO ₃ : Doping and temperature dependence. *Luminescence, 33*(7), 1257-1261. doi:10.1002/bio.3543

McKeever, S. W. S. (1985). *Thermoluminescence of Solids* (2009/05/01 ed. Vol. 123): Cambridge University Press.

Mohammed, A. A. A., Suriani, A. B., & Jabur, A. R. (2018). The Enhancement Of UV Sensor Response By Zinc Oxide Nanorods / Reduced Graphene Oxide Bilayer Nanocomposites Film. *Journal of Physics: Conference Series, 1003*, 012070-012070. doi:10.1088/1742-6596/1003/1/012070

Phuruangrat, A., Dumrongrojthanath, P., Thongtem, S., & Thongtem, T. (2016). Influence of Dy dopant on photocatalytic properties of Dy-doped ZnWO4 nanorods. *Materials Letters, 166*, 183-187. doi:10.1016/j.matlet.2015.12.071

Rajabi, M., Dariani, R. S., & Zad, A. I. (2011). Comparative study of ZnO nanostructures grown on silicon (100) and oxidized porous silicon substrates with and without Au catalyst by chemical vapor transport and condensation. *Journal of Alloys and Compounds, 509*(11), 4295-4299. doi:10.1016/j.jallcom.2011.01.041

Randall, J. T., & Wilkins, M. H. F. (1945). Phosphorescence and electron traps - I. The study of trap distributions. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences, 184*(999), 365-389. doi:10.1098/rspa.1945.0024

Salah, A., El-Faramawy, N., Ahmed, M., & Farouk, S. (2023). Synthesis and thermoluminescence studies of beta particle irradiated CaAl2O4. *Journal of Luminescence, 253*, 119461-119461. doi:10.1016/j.jlumin.2022.119461

Satılmış, H., Acar, M., Aydın, R., Akkaya, A., Kahveci, O., Şahin, B., & Ayyıldız, E. (2024). Cd-supported CuO-ZnO binary oxide thin films: Synthesis, microstructural, and optoelectronic properties. *Optical Materials, 148*, 114851. doi:https://doi.org/10.1016/j.optmat.2024.114851

Sharma, N., & Sahay, P. P. (2023). Effect of (Ce, Dy) co-doping on the microstructural, optical, and photoluminescence characteristics of solution combustion synthesized ZnO nanoparticles. *Luminescence, 38*(2), 196-207. doi:10.1002/bio.4441

Sharma, N., & Sahay, P. P. (2023). Solution combustion synthesis of Dy-doped ZnO nanoparticles: An investigation of their structural, optical and photoluminescence characteristics. *Journal of Luminescence, 257*, 119655-119655. doi:10.1016/j.jlumin.2022.119655

Soares, A. F., Tatumi, S. H., Mazzo, T. M., Rocca, R. R., & Courrol, L. C. (2017). Study of morphological and luminescent properties (TL and OSL) of ZnO nanocrystals synthetized by coprecipitation method. *Journal of Luminescence, 186*, 135-143. doi:https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2017.02.028

Soylu, S., Kara, M., Türkmen, M., & Şahin, B. (2022). Synergistic effect of Foeniculum vulgare essential oil on the antibacterial activities of Ag- and Cu-substituted ZnO nanorods (ZnO-NRs) against food, human and plant pathogenic bacterial disease agents. *Inorganic Chemistry Communications, 146*, 110103-110103. doi:10.1016/j.inoche.2022.110103

Sunta, C. M. (2015). *Unraveling Thermoluminescence* (Vol. 202). New Delhi: Springer India.

Taşdemir, A., Akman, N., Akkaya, A., Aydın, R., & Şahin, B. (2022). Green and cost-effective synthesis of zinc oxide thin films by L-ascorbic acid (AA) and their potential for electronics and antibacterial applications. *Ceramics International, 48*(7), 10164-10173. doi:10.1016/j.ceramint.2021.12.228

Taşdemir, A., Aydin, R., Akkaya, A., Akman, N., Altınay, Y., Çetin, H., . . . Ayyıldız, E. (2021). A green approach for the preparation of nanostructured zinc oxide: Characterization and promising antibacterial behaviour. *Ceramics International, 47*(14), 19362-19373. doi:https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.03.273

Wróbel, D., Bilski, P., Marczewska, B., Mrozik, A., & Kłosowski, M. (2015). Characterization of the Risø TL/OSL DA-20 reader for application in TL dosimetry. *Radiation measurements, 74*, 1-5. doi:10.1016/j.radmeas.2014.12.011

Yang, L., Tang, Y., Hu, A., Chen, X., Liang, K., & Zhang, L. (2008). Raman scattering and luminescence study on arrays of ZnO doped with Tb3+. *Physica B: Condensed Matter, 403*(13-16), 2230-2234. doi:10.1016/j.physb.2007.12.013

Yaprintsev, M. N., & Ivanov, O. N. (2023). Dysprosium-Doping Influence on the Microstructure and Texturing of Bismuth-Telluride Thermoelectric Materials. *Glass and Ceramics, 80*(7-8), 331-336. doi:10.1007/s10717-023-00609-2

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ELEKTRİK DAĞITIM SEKTÖRÜNDE KESİNTİ YÖNETİMİ: AHP VE VIKOR YÖNTEMLERİYLE ARIZA ÖNCELİKLENDİRME MODELİ

Muhammed Emin OLCAY
Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü,
menolcay@gmail.com- 0009-0008-0477-3795
Prof. Dr. Gencay SARIIŞIK
Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü,
gsariisik@gmail.com - 0000-0002-1112-3933

ÖZET

Bu çalışma, elektrik dağıtım sektöründe arıza önceliklendirme süreçlerini Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve VIKOR yöntemlerini entegre ederek optimize etmeyi hedeflemektedir. Önerilen model, kesinti sürelerini azaltarak müşteri memnuniyetini artırma, operasyonel maliyetleri düşürme ve kaynak kullanımını optimize etme yönünde etkili bir performans sergilemiştir. Araştırmada, arızalar yedi temel kriter doğrultusunda değerlendirilmiş, AHP ile kriterlerin ağırlıkları belirlenmiş ve VIKOR yöntemiyle ideal çözüme en yakın alternatif seçilmiştir. Elde edilen bulgular, müşteri odaklı bir yaklaşımın önemini vurgularken, önerilen modelin literatürdeki mevcut boşlukları doldurarak sektörel karar destek sistemleri için değerli bir referans oluşturabileceğini göstermiştir. Modelin sınırlılıkları arasında subjektif değerlendirmeler ve kriter kapsamının genişletilmesi gerekliliği yer almakta olup, gelecekteki çalışmaların bu alanlarda katkı sunması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, AHP, VIKOR Yöntemi, Kesinti Yönetimi, Elektrik Dağıtım Sektörü

OUTAGE MANAGEMENT IN THE ELECTRICITY DISTRIBUTION SECTOR: A FAULT PRIORITIZATION MODEL USING AHP AND VIKOR METHODS

ABSTRACT

This study aims to optimize fault prioritization processes in the electricity distribution sector by integrating the Analytic Hierarchy Process (AHP) and VIKOR methods. The proposed

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

model demonstrates effective performance in reducing outage durations, improving customer satisfaction, lowering operational costs, and optimizing resource utilization. Faults were evaluated based on seven key criteria, with AHP used to determine the weights of these criteria and VIKOR applied to identify the alternative closest to the ideal solution. The findings emphasize the importance of a customer-centric approach and indicate that the proposed model addresses existing gaps in the literature, serving as a valuable reference for decision-support systems in the sector. While limitations such as subjective evaluations and the need for broader criteria coverage are noted, future studies are expected to address these areas.

Keywords: Multi-Criteria Decision Making, AHP, VIKOR Method, Outage Management, Electricity Distribution Sector

1.GİRİŞ

Elektrik enerjisi, ekonomik kalkınma, toplumsal refah ve sürdürülebilirlik açısından stratejik bir öneme sahiptir. Elektrik akışındaki kesintiler veya arızalar; güvenlik risklerinden ekonomik kayıplara, toplumsal huzursuzluktan şirketlerin cezai yaptırımlara kadar geniş çaplı sorunlara yol açabilmektedir. Özellikle, elektrik enerjisinin stoklanabilir bir kaynak olmaması, elektrik dağıtım süreçlerindeki etkin yönetimi bir zorunluluk haline getirmiştir. Bu bağlamda, arıza yönetim süreçlerinin optimize edilmesi, enerji dağıtım sistemlerinin sürdürülebilirliği ve müşteri memnuniyeti açısından kritik bir role sahiptir.

Son yıllarda, elektrik dağıtım sistemlerinde yaşanan karmaşıklıklar, arıza yönetimi ve kaynak planlama süreçlerinin daha analitik yaklaşımlar gerektirdiğini ortaya koymuştur. Bu gereklilik, çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinin enerji sektörüne entegrasyonunu hızlandırmıştır. Örneğin, ÇKKV'nin, elektrik talep tahmin modellerinin seçimi ve dağıtım ağı optimizasyonu gibi alanlarda sağladığı başarı, yöntemlerin pratik uygulanabilirliğini ortaya koymaktadır. Elektrik dağıtım şirketleri, genellikle arıza önceliklendirme süreçlerini geleneksel yöntemlerle gerçekleştirmektedir. Ancak, bu yaklaşımlar sınırlı ölçüde etkilidir ve ani kararların uzun vadede ekonomik ve operasyonel maliyetleri artırabildiği görülmüştür. Örneğin, uzaklık, etkilenen abone sayısı, kesinti süresi ve onarım zorlukları gibi çoklu kriterlerin dikkate alınması gereken bir senaryoda, bu yöntemler eksik kalmaktadır. ÇKKV yöntemleri, bu tür durumlarda, matematiksel modellere dayalı daha etkin ve hesaplanabilir çözümler sunmaktadır [1,2].

Enerji sektöründe Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinin uygulanmasına yönelik yapılan güncel çalışmalar, karar verme süreçlerini geliştirmek adına önemli bulgular sunmaktadır. 2023 yılında yapılan bir araştırma, ÇKKV tekniklerinin teknik, finansal ve çevresel unsurları birleştirerek yenilenebilir enerji teknolojilerinde verimli sistem uygulamalarını desteklediğini ortaya koymuştur. Bu çalışma, özellikle enerji sektöründe karar çerçevelerini eyleme geçirilebilir hale getirmede bu yöntemlerin kritik rolünü vurgulamaktadır[3,4].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Bu literatür, ÇKKV'nin enerji dağıtımında operasyonel etkinliği artırmadaki potansiyelini ortaya koyarken, VIKOR gibi yöntemlerin elektrik dağıtım şirketlerinin arıza yönetim süreçlerinde sağladığı optimizasyon olanaklarına da ışık tutmaktadır [5,6].

Bu çalışma, elektrik dağıtım sektöründe arıza önceliklendirme süreçlerini analitik yöntemlerle ele alarak, operasyonel etkinlik ve müşteri memnuniyeti açısından önemli bir değer sunmayı hedeflemektedir. AHP ve VIKOR yöntemlerinin entegrasyonu, karar verme süreçlerinde çok kriterli analiz yaklaşımını güçlendirerek, özellikle elektrik arızalarında kritik müdahalelerin daha hızlı ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak tanıyacaktır. Bununla birlikte, enerji dağıtım ağlarının artan karmaşıklığı ve sektördeki teknolojik dönüşümler göz önüne alındığında, bu araştırma, literatürdeki mevcut boşlukları doldurarak daha sürdürülebilir ve maliyet etkin bir yönetim çerçevesi önermektedir. Çalışma sonuçlarının, yenilenebilir enerji entegrasyonu, talep yanıt stratejileri ve enerji sektöründeki diğer operasyonel süreçler için geniş bir uygulama potansiyeli taşıdığı düşünülmektedir. Böylelikle, enerji sektöründe gelecekte yapılacak araştırmalar ve pratik uygulamalar için de değerli bir referans sağlayacağı öngörülmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çok kriterli karar verme (MCDM) yöntemleri, çeşitli alternatiflerin belirli kriterlere göre değerlendirilmesi ve sıralanması için yaygın olarak kullanılan araçlardır. Bu yöntemler, özellikle karmaşık ve belirsiz ortamlarda doğru kararların alınmasına yardımcı olurlar. VİKOR, AHP, TOPSIS, DEMATEL, PROMETHEE gibi yöntemler, birçok sektörde, örneğin savunma sanayii, bankacılık, ulaşım, turizm, sağlık, tedarik zinciri yönetimi ve çevre yönetimi gibi alanlarda başarıyla uygulanmıştır. Bu çalışmalarda, farklı kriterlerin ağırlıklandırılması ve alternatiflerin sıralanmasıyla, en uygun çözüm ve stratejiler belirlenmiştir. Örneğin, havacılık ve savunma sektörlerinde proje seçiminde VİKOR yöntemi kullanılırken, bankacılık sektöründe finansal performans analizleri için aynı yöntem tercih edilmiştir. Ayrıca, kent içi ulaşım projeleri ve doğrudan hizmet sağlayıcı seçimlerinde de çok kriterli karar verme yöntemleri etkin bir şekilde kullanılmıştır. Bu tür çalışmalar, sektörel karar verme süreçlerinde MCDM yöntemlerinin etkinliğini ve uygulama alanlarını genişletmiştir. Çizelge 2.1'de çalışmada ele alınan çok kriterli karar verme (ÇKKV) tekniklerine ilişkin açıklamalara yer verilmiştir.

Çizelge 1. ÇKKV Tekniklerine İlişkin Açıklamalar

Teknik Adı	Açıklama	Kaynak
VIKOR	Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olup, alternatiflerin sıralanması için kullanılır. Belirli kriterlere göre en iyi alternatifi seçmeye yardımcı olur.	Uçakçıoğlu & Tamer (2017); Kartal (2020); Hamurcu (2018); Kısa & Perçin (2017); Çakır (2016) [7-11]
AHP	Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), karmaşık karar verme problemlerini hiyerarşik bir yapıya indirger ve her kriterin ağırlığını belirler.	Karaatlı et al. (2015); Uslu et al. (2019); Durmaz & Çermik (2022); Göktürk et al. (2011)[12-15]
TOPSIS	TOPSİS (İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıralama Tercihi Tekniği) ideal çözüme en yakın alternatifi seçmek için kullanılır.	Kartal (2020); Uygurtürk & Uygurtürk (2014); Karaoğlan (2016); Yetiz & Kılıç (2021)[8,16-18]

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

DEMATEL	Kriterlerin ağırlıklarını belirlemek ve karar verme problemlerinde etkileşimleri analiz etmek için kullanılır.	Kısa & Perçin (2017); Karaoğlan (2016); Memiş & Korucuk (2019) [10,17,19].
MOORA	Çok Amaçlı Optimizasyon ve Sıralama Yöntemi, alternatiflerin sıralanmasını sağlamak için kullanılır.	Kurtay et al. (2021) [20].
PROMETHEE	Alternatifler arasındaki tercihi belirlemek için kullanılan bir başka çok kriterli karar verme yöntemidir.	Uslu et al. (2019); Akkaya & Demireli (2010) [13,21].
Fuzzy AHP	AHP'nin bulanık versiyonudur ve belirsizlikler ile kararların etkisini modellemeye yardımcı olur.	Ağaç & Baki (2016) [22].
GIA	Global Entropy Analysis, alternatiflerin sıralanmasında kullanılan bir başka karar verme yöntemidir.	Arslan & Belgin (2020) [23].
SWOT ve MCDM	SWOT analizi ile güçlü, zayıf, fırsat ve tehditlerin analiz edilmesi ve bu analizlerin çok kriterli karar verme yöntemleriyle desteklenmesi.	Tajer & Demir (2022) [24].

3. MATERYAL VE METOT

Elektrik dağıtım şirketleri, tedarik sürekliliğini sağlamak için arıza tespit ve müdahale süreçlerini etkin bir şekilde yönetmek zorundadır. Bu süreçler karmaşık hale geldiğinde, hangi arızaya öncelik verileceği gibi kararlar, çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleriyle daha sağlıklı hale getirilebilir. AHP ve VIKOR gibi yöntemler, birden fazla kriteri dikkate alarak alternatiflerin sıralanmasını sağlar. AHP, kriterlerin ağırlıklandırılmasında kullanılırken, VIKOR ideal çözüme en yakın alternatifin belirlenmesine yardımcı olur. Bu yöntemler, elektrik arızalarının yönetiminde doğru ve verimli kararlar alınmasını kolaylaştırır.

3.1 AHP Yöntemi

AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemi, karmaşık karar verme süreçlerinde kullanılan ve kriterlerin ağırlıklandırılmasını sağlayarak, alternatifler arasında en uygun seçeneği belirlemeyi amaçlayan bir tekniktir. AHP, çok sayıda kriterin ve alternatifin yer aldığı problemlerde, karar vericilerin sezgisel yargılarını ve karşılaştırma tutarlılığını dikkate alarak, çözüm sürecinin daha verimli ve objektif bir şekilde tamamlanmasına olanak tanır. 1970'li yılların başında Profesör Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen bu yöntem, karar vericilerin belirsiz ve karmaşık durumlarda daha sağlam ve tutarlı kararlar almalarını sağlamayı hedefler.

AHP metodunun temel amacı, kriterler arasındaki önem derecelerini belirlemek için analitik bir yaklaşım kullanmaktır. Yöntem, karar vericilerin tecrübelerinden ve sezilerinden elde edilen verilerin de çözüm sürecine dahil edilmesine olanak tanır, böylece çözümün doğruluğu ve güvenilirliği artırılabilir. Ayrıca, farklı karar vericilerin görüşlerine başvurulması, verilerin doğruluğunu pekiştirebilir ve çözüm aralığını genişletebilir. Bu yönüyle, AHP çok sayıda karar verici ve faktörün dikkate alındığı durumlarda etkili bir araçtır.

AHP metodunun uygulanması birkaç aşamadan oluşur. İlk aşama, çözümün amacının belirlenmesidir. Amaç, hiyerarşinin en üst kısmında yer alarak, tüm kriterler ve alternatifler bu

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

amaca hizmet edecek şekilde yapılandırılır. Ardından, kriterlerin belirlenmesi ve her bir kriterin önem derecelerinin hesaplanması için karşılaştırma matrisi oluşturulur. Karşılaştırma matrisinde, kriterler birbirine göre değerlendirilir ve her birinin göreceli önemi belirlenir. AHP metodunda, her kriter için bir ağırlık hesaplanarak, karar vericilerin en uygun alternatifi seçmesi sağlanır.

AHP'nin adımları şu şekilde sıralanabilir:

1. Hiyerarşik Yapının Oluşturulması: İlk adımda, çözümün amacı belirlenir ve bu amaca hizmet edecek kriterler hiyerarşiye yerleştirilir.
2. Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması: Kriterler arasındaki karşılaştırmalar yapılır ve her kriterin önem derecesi belirlenir.
3. Tutarlılık Kontrolü: Karşılaştırmaların tutarlılığını sağlamak amacıyla tutarlılık oranı hesaplanır ve bu oranın kabul edilebilir düzeyde olması sağlanır.
4. Öncelik Vektörünün Hesaplanması: Karşılaştırma matrisinden elde edilen verilerle, her kriter için öncelik vektörleri hesaplanır.
5. Alternatiflerin Değerlendirilmesi ve Sıralanması: Hesaplanan öncelik vektörlerine göre alternatifler değerlendirilir ve en uygun seçenek belirlenir.

AHP, karar vericilere, birden fazla alternatifin karşılaştırılması ve önceliklendirilmesi sürecinde sistematik bir yaklaşım sunar, bu sayede karmaşık ve belirsiz durumlar daha doğru ve verimli bir şekilde yönetilebilir.

3.2 VIKOR Yöntemi

VIKOR (VIseKriterijumska Optimizacija i Kompromisno Resenje) yöntemi, çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemlerinde alternatiflerin sıralanmasını ve en uygun çözümün seçilmesini amaçlayan etkili bir yöntemdir. 1998 yılında Serafim Opricovic tarafından geliştirilmiş olan bu yöntem, karar vericilerin belirli kriterlere dayalı olarak alternatifler arasında en iyi seçimi yapmalarını sağlamayı hedefler. VIKOR, özellikle uzlaşma (kompromis) çözümü sunarak, alternatifler arasında farklı yönlerden en uygun çözümün belirlenmesine olanak tanır. Bu nedenle, VIKOR yöntemi, çok kriterli ve karmaşık karar süreçlerinde sıklıkla tercih edilen bir yaklaşımdır.

VIKOR yöntemi, çoklu kriterlerin değerlendirilmesi gereken karar problemlerinde kullanılır ve temel amacı, karar vericilere optimal bir çözüm sunmaktır. Bu süreç, kriterlerin her birinin alternatifler üzerindeki etkilerini analiz ederek en iyi ve en kötü seçeneklerin belirlenmesiyle başlar. Ardından, alternatiflerin sıralanması yapılarak, en uygun çözüm ortaya konur. VIKOR yöntemi, en iyi çözümün yanı sıra, en kötü çözümün de analiz edilmesine olanak tanır, bu da karar vericilere alternatifler hakkında kapsamlı bir değerlendirme yapma imkanı sağlar.

VIKOR, özellikle sağlık sektörü, malzeme alımları, işe alım süreçleri ve benzeri alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. VIKOR yönteminin kullanımında, her alternatifin belirli kriterlere göre nasıl performans gösterdiği dikkate alınarak bir sıralama yapılır. Bu sıralama, karar vericiye en uygun alternatifin belirlenmesinde rehberlik eder.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

VIKOR yöntemi, belirli bir problem üzerinde adım adım uygulanarak nihai sonuca ulaşılır. Bu adımlar şunlardır:

Adım 1: Alternatiflerin ve Kriterlerin Belirlenmesi

VIKOR yönteminde ilk adım, çözüm için değerlendirilecek alternatiflerin ve kriterlerin belirlenmesidir. Alternatifler, problemdeki çözüm önerilerini temsil ederken, kriterler, alternatiflerin karşılaştırılmasını sağlamak amacıyla seçilir. Kriterlerin doğru seçilmesi, karar sürecinin başarısı için kritik öneme sahiptir. Kriterlerin belirlenmesinde, karar vericilerin hedeflere uygun öncelikleri dikkate alınır. Her bir alternatif için aynı kriterler kullanılmak zorundadır ve kriterlerin önem dereceleri, çözümün doğruluğunu etkileyecek şekilde belirlenir.

Örneğin, bir otomobil alma problemi üzerinden açıklama yapalım. Alternatifler şu şekilde belirlenebilir:

- Alternatif 1: Araç A
- Alternatif 2: Araç B
- Alternatif 3: Araç C

Kriterler ise aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Kriter 1: Kalite
- Kriter 2: Tasarım
- Kriter 3: Fiyat
- Kriter 4: Güvenlik
- Kriter 5: Yakıt Verimliliği

Adım 2: Karar Matrisinin Oluşturulması

Alternatifler ve kriterler belirlendikten sonra, karar matrisi oluşturulur. Karar matrisi, her alternatifin kriterler üzerinden değerlendirilmesini sağlayan bir tablodur. Bu tablo, her alternatifin kriterlere karşı gösterdiği performansı açıkça gösterir ve alternatiflerin karşılaştırılması için temel bir referans oluşturur. Karar matrisinin oluşturulması, alternatiflerin güçlü ve zayıf yönlerinin gözlemlenmesine yardımcı olur.

Aşağıda, örnek bir karar matrisi yer almaktadır:

Alternatif/Kriter	**Kalite**	**Tasarım**	**Fiyat**	**Güvenlik**	**Yakıt**
Araç A	8	7	6	9	8
Araç B	6	8	7	8	7
Araç C	7	6	9	7	9
Araç D	5	8	8	6	7
Araç E	6	6	9	7	6

Adım 3: En İyi ve En Kötü Değerin Belirlenmesi

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Karar matrisi oluşturulduktan sonra, her kriter için en iyi (maksimum veya minimum) ve en kötü (ters yönlü maksimum veya minimum) değerler belirlenir. En iyi değer, alternatifler arasında fayda açısından en yüksek veya en düşük olan değeri temsil eder. Örneğin, kalite kriteri için en yüksek değer, yakıt verimliliği için ise en düşük değer en iyi değeri ifade eder. En kötü değer ise, ilgili kriterin fayda yönünde en düşük veya en yüksek olan değeridir. Bu aşama, kriterlerin normalizasyonu için temel oluşturur.

Örnek karar matrisine dayanarak, en iyi ve en kötü değerler aşağıdaki gibi belirlenebilir:

Alternatif/Kriter	**Kalite**	**Tasarım**	**Fiyat**	**Güvenlik**	**Yakıt**
En İyi	8	8	6	9	6
En Kötü	5	6	9	6	9

Adım 4: Normalizasyon

Kriterlerin faydacı ve zararcı kriterler olarak sınıflandırılması mümkündür. Faydacı kriterlerde daha büyük değerlerin tercih edilmesi beklenirken, zararcı kriterlerde daha küçük değerler tercih edilir. VIKOR yöntemi, her kriter için alternatiflerin normalizasyonunu yapar. Normalizasyon işlemi, kriterlerin değerlerini fayda ya da zarar yönünde dengeleyerek karşılaştırma yapılmasını sağlar. Bu işlem, her kriterin, kriterler arasındaki etkilerini dengeleyerek değerlendirmenin objektif olmasını sağlar.

Adım 5: Sıralama ve Karar Verme

Normalizasyon işlemi tamamlandıktan sonra, her alternatif için elde edilen sonuçlar kullanılarak bir sıralama yapılır. Sıralama, her alternatifin kriterlere göre ne kadar iyi performans gösterdiğini ve en uygun çözümü belirler. VIKOR yöntemi, en iyi alternatifin yanı sıra, en kötü alternatifin de belirlenmesini sağlar, bu da karar vericilere daha kapsamlı bir değerlendirme sunar. Sonuç olarak, alternatiflerin sıralaması, karar vericilerin en uygun çözümü bulmalarına olanak tanır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışma, elektrik dağıtım şirketlerinin kesinti yönetim süreçlerini iyileştirmek amacıyla, arıza iş emirlerinin önceliklendirilmesine yönelik bir model geliştirmeyi hedeflemektedir. Günümüzde elektrik arzının kesintisiz sağlanmasının önemi, dağıtım şirketlerinin kesinti yönetiminde daha hızlı ve etkili çözümler üretmesini zorunlu hale getirmiştir. Elektrik kesintilerinin aboneler ve dağıtım şirketleri üzerindeki maddi ve manevi etkileri, bu problemin çözümüne yönelik kapsamlı bir yaklaşımı gerekli kılmaktadır. Araştırmada, arıza iş emirlerinin belirlenen yedi temel kriter doğrultusunda sıralanması ve bu sıralamaya göre ekiplerin müdahale önceliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ahp-Vikor yöntemi çerçevesinde geliştirilen çözüm modeli, doğal afetler, mevsimsel değişiklikler ve operasyonel sınırlamaların etkisiyle artan arıza iş emirlerinin etkin şekilde yönetilmesini sağlamayı hedeflemektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Araştırma bulguları, kesinti sürelerini azaltarak müşteri memnuniyetini artırmayı, şirketlerin maliyetlerini düşürmeyi ve kaynak kullanımını optimize etmeyi mümkün kılmaktadır.

4.1 Süreç Akışları ve Model Yapıları

Bu çalışmada, iş emirlerine hangi sırayla müdahale edilmesi gerektiği incelenmiştir. Süreç, çağrı merkezi, OSOS veya SCADA sistemleri üzerinden bildirimlerin alınması ile başlar. Bildirimlerin bir kesintiye dönüşmesi durumunda süreç ilerler, arızanın onarımı ve iş emrinin tamamlanmasıyla sonlanır. İş emri oluşturulduktan sonra kriterlere dayalı olarak sıralama güncellenir ve ekipler, belirlenen sıraya göre arızalara yönlendirilir. Bu model, kesinti sürelerini optimize ederek kaynakların daha etkin kullanılmasını amaçlamaktadır.

Elektrik arızalarının önceliklendirilmesi, mesafe, etkilenen abone sayısı, ortalama tüketim, kesinti ve onarım süreleri, şikayet önceliği ile geçmiş arıza puanı gibi kriterlere dayanır. Bu kriterler, müşteri memnuniyetini artırmak, maliyetleri azaltmak ve operasyonel verimliliği sağlamak için stratejik önem taşır.

4.2 Kriterlerin AHP Yöntemiyle Ağırlıklandırılması

Bu çalışmada, problemin çözümüne yönelik olarak kullanılacak kriterlerin ağırlıkları Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemiyle belirlenmiştir. Ağırlıklandırma işlemi, VIKOR yöntemiyle gerçekleştirilecek nihai çözüm sıralamasında kullanılacak kritik bir veri seti sağlamaktadır. Bu bağlamda, kriterlerin ağırlıklandırılması süreci, problemin çözüm aşamalarında temel bir adım olarak değerlendirilmektedir.

AHP yöntemi uygulanırken uzman görüşleri esas alınmış ve elde edilen hesaplama sonuçları yine uzmanlar tarafından incelenmiştir. Hesaplamalar, süreç boyunca Excel yazılımı kullanılarak yürütülmüştür. Uzman görüşleri ve literatür araştırmaları sonucunda, problemin çözümünde kullanılacak kriterler şu şekilde belirlenmiştir: Şikâyet Önceliği (K1), Etkilenen Abone Sayısı (K2), Kesinti Süresi (K3), Ortalama Tüketim (K4), Onarım Süresi (K5), Geçmiş Arıza Puanı (K6) ve Mesafe (K7). Bu kriterler ve tanımları Çizelge 2'de sunulmaktadır.

Çizelge 2. Problemin çözümünde kullanılacak kriterler

KRİTERLER	KRİTER TANIMI
K1	Şikayet Önceliği
K2	Etkilenen Abone Sayısı
K3	Kesinti Süresi
K4	Ortalama Tüketim
K5	Onarım Süresi
K6	Geçmiş Arıza Puanı
K7	Mesafe

Adım 1: İkili Karşılaştırma Matrisi

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi için, önem derecelerini karşılaştıran ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Bu matriste, bir kriterin diğerine göre kaç kat önemli olduğu, belirlenmiştir. İkili karşılaştırma matrisine ilişkin veriler Çizelge 3'de sunulmaktadır.

Çizelge 3. İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriter/ Kriter	**Şikayet Önceliği**	**Etkilenen Abone Sayısı**	**Kesinti Süresi**	**Ortalama Tüketim**	**Onarım Süresi**	**Geçmiş Arıza Puanı**	**Mesafe**
Şikayet Önceliği	1	3	5	7	9	9	9
Etkilenen Abone Sayısı	1/3	1	3	5	7	7	9
Kesinti Süresi	1/5	1/3	1	3	5	6	7
Ortalama Tüketim	1/7	1/5	1/3	1	3	5	6
Onarım Süresi	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5
Geçmiş Arıza Puanı	1/9	1/7	1/6	1/5	1/3	1	2
Mesafe	1/9	1/9	1/7	1/6	1/5	1/2	1

Adım 2: Matrisin Normalizasyonu

Kriterlerin önem derecelerini 0 ile 1 arasında ölçeklendirmek için, her sütundaki değerlerin toplamı hesaplanmıştır. Sütun toplamlarına dayalı olarak, her sütundaki hücre değeri toplam değere bölünmüş ve bu sayede matris normalize edilmiştir. Normalizasyon işlemi için, AHP yöntemine ait eşitlikler uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. Normalize Edilmiş Değerler Tablosu

Kriter/ Kriter	**Şikayet Önceliği**	**Etkilenen Abone Sayısı**	**Kesinti Süresi**	**Ortalama Tüketim**	**Onarım Süresi**	**Geçmiş Arıza Puanı**	**Mesafe**
Şikayet Önceliği	0,50	0,61	0,51	0,42	0,35	0,29	0,23
Etkilenen Abone Sayısı	0,17	0,20	0,30	0,30	0,27	0,22	0,23
Kesinti Süresi	0,10	0,07	0,10	0,18	0,20	0,19	0,18
Ortalama Tüketim	0,07	0,04	0,03	0,06	0,12	0,16	0,15
Onarım Süresi	0,06	0,03	0,02	0,02	0,04	0,10	0,13
Geçmiş Arıza Puanı	0,06	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03	0,05
Mesafe	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03

Adım 3: Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Kriter ağırlıkları, normalize edilmiş değerlerin satır bazında ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Örneğin, Şikâyet Önceliği (K1) kriteri için normalize edilmiş değerlerin ortalaması alınmış ve toplam ağırlık yüzdelik olarak ifade edilmiştir. Tüm kriterler için yapılan hesaplama sonuçları, Çizelge 5'de sunulmaktadır. Buna göre, Şikâyet Önceliği kriteri %41,52 ile en yüksek ağırlığa sahip olurken, Mesafe kriteri %2,16 ile en düşük ağırlığa sahiptir.

Çizelge 5. Kriterlerin Ağırlıklandırma Çizelgesi

Kriterler	**Ağırlıkları**
W1- Şikayet Önceliği	41,52%
W2- Etkilenen Abone Sayısı	24,28%
W3- Kesinti Süresi	14,49%
W4- Ortalama Tüketim	9,06%
W5- Onarım Süresi	5,52%
W6- Geçmiş Arıza Puanı	2,98%
W7- Mesafe	2,16%

Adım 4: Tutarlılık Kontrolü

AHP yöntemiyle oluşturulan matrisin tutarlılığı, tutarlılık oranı (CR) hesaplanarak kontrol edilmiştir. Bu hesaplama sırasında tutarlılık indeksi (CI) ve rastgele tutarlılık indeksi (RI) kullanılmıştır. CR değeri, 0,09 olarak hesaplanmış ve 0,1'den küçük olduğu için tutarlılığın sağlandığı belirlenmiştir. Tutarlılık hesaplamalarının sonuçları Çizelge 6'da sunulmaktadır. Bu sonuçlar, AHP yönteminin geçerliliğini ve güvenilirliğini desteklemektedir.

Çizelge 6. Cr, Ci ve Lamda Max Değerleri

Cr	Ci	Lamda Max
0,09	0,12045	7,7227022

Sonuç olarak, elde edilen kriter ağırlıkları, VIKOR yöntemi ile yapılacak çözüm sıralamasında kullanılmak üzere başarıyla belirlenmiştir.

4.3 VIKOR Yöntemi ile Arıza İş Emirlerinin Önceliklendirilmesi

VIKOR yönteminin uygulanması, arıza iş emirlerinin önceliklendirilmesi amacıyla sistematik bir yaklaşım sunmaktadır. Bu kapsamda, alternatifler ve kriterlere ilişkin değerlerin yer aldığı bir karar matrisi oluşturulmuş ve sürecin her aşaması detaylı olarak yürütülmüştür.

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması

Alternatifler ve kriterlerin ağırlıklarını içeren bir tablo oluşturulmuş ve bu tablo Çizelge 7'de sunulmuştur. Sürecin temel veri seti olarak bu tablo kullanılmış ve ağırlıklar Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemiyle daha önce belirlenmiştir. İş emirlerine ait çeşitli özellikler (kritik parametreler), ölçülebilir metrikler olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 7. Alternatifler Ve Kriterlere Ait Çizelge

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Kriterler/ Alternatifler	Şikayet Önceliği	Etkilenen Abone Sayısı	Kesinti Süresi	Ortalama Tüketim	Onarım Süresi	Geçmiş Arıza Puanı	Mesafe
Ağırlıklar	0,415	0,243	0,145	0,091	0,055	0,030	0,022
A İş Emri	2	10243	22	15327	12	8	3,7
B İş Emri	5	7685	7	24657	2	2	8,2
C İş Emri	3	768	0,26	1389	4	6	2,4
D İş Emri	3	3685	2,8	6783	2	2	1,3
E İş Emri	1	330	0,98	586	1	4	3,6

Adım 2: En İyi ve En Kötü Değerlerin Belirlenmesi

Kriterlere ait en iyi ve en kötü değerler belirlenerek, karar matrisindeki referans değerler tespit edilmiştir (Çizelge 8). Bu değerler, kriterlerin minimizasyon veya maksimizasyon yönelimli olmasına göre belirlenmiş ve VIKOR yönteminin şartlarına uygun şekilde organize edilmiştir.

Çizelge 8. Kriterlere Ait En İyi Ve En Kötü Değerlerin Belirlenmesi

Kriterler/ Alternatifler	Şikayet Önceliği	Etkilenen Abone Sayısı	Kesinti Süresi	Ortalama Tüketim	Onarım Süresi	Geçmiş Arıza Puanı	Mesafe
Ağırlıklar	0,415	0,243	0,145	0,091	0,055	0,030	0,022
A İş Emri	2	10243	22	15327	12	8	3,7
B İş Emri	5	7685	7	24657	2	2	8,2
C İş Emri	3	768	0,26	1389	4	6	2,4
D İş Emri	3	3685	2,8	6783	2	2	1,3
E İş Emri	1	330	0,98	586	1	4	3,6
En İyi Değer	5	10243	22	24657	1	8	1,3
En Kötü Değer	1	330	0,26	586	12	2	8,2

Adım 3: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Karar matrisinde yer alan değerler, ölçek farklılıklarını ortadan kaldırmak amacıyla normalize edilmiş ve normalize edilmiş matris Çizelge 9'da sunulmuştur. Normalize işlemi, her bir kriter için en iyi ve en kötü değere göre ölçeklendirme yapılarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 9. Normalize Edilen Karar Matrisi

Normalize Edilen Karar Matrisi							
Kriterler/ Alternatifler	**Şikayet Önceliği**	**Etkilenen Abone Sayısı**	**Kesinti Süresi**	**Ortalama Tüketim**	**Onarım Süresi**	**Geçmiş Arıza Puanı**	**Mesafe**
A İş Emri	0,7500	0,0000	0,0000	0,3876	1,0000	0,0000	0,3478
B İş Emri	0,0000	0,2580	0,6900	0,0000	0,0909	1,0000	1,0000
C İş Emri	0,5000	0,9558	1,0000	0,9666	0,2727	0,3333	0,1594
D İş Emri	0,5000	0,6616	0,8832	0,7426	0,0909	1,0000	0,0000
E İş Emri	1,0000	1,0000	0,9669	1,0000	0,0000	0,6667	0,3333

Adım 4: Normalize Edilen Değerlerin Ağırlıklandırılması

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Normalize edilen karar matrisindeki değerler, kriter ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilmiştir (Çizelge 10). Bu aşama, kriterlerin nihai değerlendirme üzerindeki etkisini optimize etmek için kritik bir adımdır.

Çizelge 10. Ağırlıklandırılmış Normalize Değerler

Ağırlıklandırılmış Normalize Değerler							
Kriterler/ Alternatifler	**Şikayet Önceliği**	**Etkilenen Abone Sayısı**	**Kesinti Süresi**	**Ortalama Tüketim**	**Onarım Süresi**	**Geçmiş Arıza Puanı**	**Mesafe**
A İş Emri	0,3114	0,0000	0,0000	0,0351	0,0552	0,0000	0,0075
B İş Emri	0,0000	0,0627	0,1000	0,0000	0,0050	0,0298	0,0216
C İş Emri	0,2076	0,2321	0,1449	0,0876	0,0150	0,0099	0,0034
D İş Emri	0,2076	0,1606	0,1280	0,0673	0,0050	0,0298	0,0000
E İş Emri	0,4152	0,2428	0,1401	0,0906	0,0000	0,0199	0,0072

Adım 5: Si ve Ri Değerlerinin Hesaplanması

Alternatifler için toplam memnuniyetsizlik (“S”) ve maksimum memnuniyetsizlik (“R”) değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 11). “S” değeri, her alternatifin ağırlıklandırılmış normalize değerlerinin toplamı olarak tanımlanırken, “R” değeri maksimum ağırlıklandırılmış normalize değeri temsil etmektedir.

Çizelge 11. Hesaplanmış Si ve Ri Değerlerinin Gösterimi

Alternatifler	**Si Değeri**	**Ri Değeri**
A İş Emri	0,4092	0,3114
B İş Emri	0,2190	0,1000
C İş Emri	0,7005	0,2321
D İş Emri	0,5983	0,2076
E İş Emri	0,9157	0,4152

Adım 6: Qi Değerlerinin Hesaplanması ve Sıralama

Qi değerleri, S ve R değerleri kullanılarak hesaplanmış ve alternatiflerin genel performansına göre sıralama yapılmıştır (Çizelge 12). Qi hesaplamasında kullanılan formüller ve ağırlıklı çözüm parametreleri, VIKOR yönteminin çok kriterli karar verme yaklaşımını desteklemektedir. Buna göre, alternatifler arasında öncelik sıralaması şu şekilde oluşturulmuştur: **B > A > D > C > E.**

Çizelge 12. Qi Değerlerinin Hesaplanması Ve Sonuçların Sıralanması

Alternatifler	**Qi Değerleri**	**Öncelik Sıralaması**
A iş emri	0,2729	2
B İş emri	0,0000	1
C iş emri	0,6911	4
D iş emri	0,5443	3
E iş emri	1,0000	5

Adım 7: Sonuçların Geçerlilik Kontrolü

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Sonuçların geçerliliği, VIKOR yönteminde belirtilen iki koşulun sağlanmasıyla doğrulanmıştır:

1. **Koşul 1:** En iyi alternatif ile bir sonraki alternatif arasındaki farkın, kabul edilebilir bir eşik değeri ("DQ") karşılaması gerekmektedir. Bu şart çerçevesinde, ikinci alternatif ile birinci alternatif arasındaki farkın yeterli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 13).
2. **Koşul 2:** En iyi alternatif, en az bir kriterde diğer alternatiflere göre öne çıkmalıdır. Bu koşul, S ve R değerleri için B alternatifi açısından tam olarak sağlanmıştır (Çizelge 4.14).

Çizelge 13. 1.Koşul Gösterimi

Q(A2)-Q(A1)	Koşul	DQ
0,27	≥	0,25

Sonuç olarak, B iş emri en öncelikli alternatif olarak belirlenmiş ve bu bulgu, ilgili koşulların sağlandığı bir çerçevede doğrulanmıştır. Diğer alternatifler ise şu sıra ile takip etmektedir: A, D, C ve E.

5.TARTIŞMA

Bu çalışma, elektrik dağıtım şirketlerinin kesinti yönetim süreçlerini iyileştirmek ve müşteri memnuniyetini artırmak amacıyla arıza iş emirlerinin önceliklendirilmesine yönelik bir model geliştirilmesini hedeflemiştir. Araştırma bulguları, AHP-VIKOR yöntemlerinin uygulanmasıyla, kesinti süreçlerinin daha etkin yönetilebileceğini ve dağıtım şirketlerinin kaynak kullanımında optimize edilmiş bir yaklaşım benimseyebileceğini göstermektedir. Tartışma bölümünde, elde edilen bulguların teorik katkıları, pratik uygulamalardaki potansiyel etkileri ve modelin sınırlılıkları ele alınmıştır.

Araştırmada kullanılan AHP yöntemi, kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde oldukça başarılı sonuçlar sağlamıştır. Özellikle şikâyet önceliği kriterinin %41,52 ile en yüksek ağırlığa sahip olduğu belirlenmiş, bu da müşteri odaklı bir yaklaşımın önemini vurgulamaktadır. Bu bulgu, literatürde müşteri memnuniyeti ve şikâyet yönetimi konularında yapılan çalışmaları destekler niteliktedir. Diğer kriterlerin, özellikle etkilenen abone sayısı (%24,28) **ve** kesinti süresi (%14,49) gibi, önceliklendirme sürecinde önemli rol oynadığı görülmüştür. Bu sonuçlar, daha önceki çalışmalarda da vurgulanan, kesinti yönetiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulanabilirliğini bir kez daha doğrulamaktadır. Ayrıca, AHP'nin tutarlılık oranı (CR: 0,09) modelin güvenilirliğini ve karar verme süreçlerinin sağlam temellere dayandığını göstermiştir.

Modelin pratik uygulamalarındaki en önemli fayda, arıza iş emirlerinin önceliklendirilmesinde sağlanan etkinliktir. Özellikle büyük müşteri kitlelerini etkileyen kesintilere hızlı müdahale edilmesi, müşteri memnuniyetini artırmakla kalmayıp, olası ekonomik kayıpların da önüne geçebilecektir. Bunun yanı sıra, mesafe **ve** onarım süresi gibi operasyonel maliyetlerle doğrudan ilişkili kriterlerin düşük ağırlık alması, kaynakların daha kritik sorunlara tahsis edilmesini mümkün kılmıştır. Bu sonuç, dağıtım şirketlerinin daha stratejik bir yaklaşım

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

benimsemeleri gerektiğini göstermektedir. Ortalama tüketim **ve** geçmiş arıza puanı kriterleri, özellikle sanayi bölgeleri ve altyapı sorunlarının yoğun olduğu alanlarda müdahale önceliklerinin belirlenmesinde önemli katkılar sağlamaktadır.

Araştırma, önemli katkılar sunmakla birlikte bazı sınırlılıkları da barındırmaktadır. Öncelikle, model yalnızca yedi temel kriterle sınırlıdır; oysa gerçek hayatta kesinti yönetimi, hava koşulları, ekip yetkinliği ve altyapı iyileştirme projeleri gibi daha fazla değişkenden etkilenebilir. Ayrıca, AHP yöntemi uzman görüşlerine dayandığı için sübjektif değerlendirmelere açıktır. Gelecekte yapılacak çalışmalar, modelin bu sınırlılıklarını aşmak için bulanık mantık veya makine öğrenmesi gibi daha gelişmiş yöntemleri entegre edebilir. Bunun yanı sıra, farklı dağıtım şirketlerinin operasyonel farklılıkları göz önünde bulundurularak, modelin farklı koşullara uyarlanabilirliği test edilmelidir.

Araştırma bulguları, elektrik dağıtım şirketlerinin kesinti yönetim süreçlerini iyileştirmek için somut bir yol haritası sunmaktadır. Bununla birlikte, modelin sahadaki uygulamalarına ilişkin uzun vadeli etkilerin daha geniş veri setleriyle değerlendirilmesi gerekmektedir. Gelecekteki çalışmalarda, otomatik veri entegrasyonu **ve** gerçek zamanlı karar destek sistemleri ile modelin daha dinamik hale getirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, farklı coğrafi bölgelerde uygulanacak saha testleri, modelin genelleştirilebilirliğini artırabilir ve bölgesel farklılıkların etkilerini daha iyi anlamamızı sağlayabilir.

Sonuç olarak, bu çalışma elektrik kesintisi yönetiminde önemli bir teorik ve pratik katkı sunmuştur. Ancak, modelin gelişen teknolojilere ve operasyonel gereksinimlere uyum sağlayacak şekilde sürekli olarak güncellenmesi, sektörün sürdürülebilir başarıya ulaşmasında kritik bir rol oynayacaktır.

6.SONUÇLAR

Bu çalışma, elektrik dağıtım şirketlerinin kesinti yönetimi süreçlerini optimize etmek amacıyla Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve VIKOR yöntemlerini temel alan bir model geliştirmiştir. Çalışma kapsamında önerilen modelin uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar, hem teorik hem de pratik açıdan önemli katkılar sağlamıştır.

Önerilen model, kesinti sürelerini azaltma, müşteri memnuniyetini artırma ve operasyonel maliyetleri düşürme gibi temel hedeflere ulaşmada başarılı bir performans sergilemiştir. Kriter bazlı sıralama ve ekip yönlendirmesi süreçlerinin sistematik bir şekilde ele alınması, iş emirlerinin önceliklendirilmesinde etkin bir karar destek mekanizması oluşturmuştur. Özellikle müşteri şikâyetlerinin en yüksek ağırlık (%41,52) ile önceliklendirilmesi, müşteri memnuniyeti odaklı bir yaklaşımın gerekliliğini vurgulamaktadır.

Araştırma bulguları, şikâyet önceliği, etkilenen abone sayısı ve kesinti süresi gibi kriterlerin ağırlıklandırılması ve tutarlılık analizinin yüksek doğrulukla gerçekleştirilmesi sayesinde modelin güvenilirliğini ve uygulanabilirliğini ortaya koymuştur. Ayrıca, mesafe ve onarım

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

süresi gibi operasyonel maliyetlerle ilişkili kriterlerin daha düşük ağırlıklandırılması, sınırlı kaynakların daha kritik sorunlara yönlendirilmesine olanak tanımıştır.

Bununla birlikte, modelin bazı sınırlılıkları olduğu gözlemlenmiştir. Kriterlerin yedi temel başlıkla sınırlandırılması ve uzman görüşlerine dayalı subjektif değerlendirmeler, modelin geliştirilmesi gereken yönleri olarak öne çıkmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, gerçek zamanlı veri entegrasyonu, makine öğrenmesi ve daha dinamik karar destek sistemleri ile modelin daha geniş kapsamlı bir yapıya kavuşturulması önerilmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma, elektrik dağıtım sektöründe karar destek sistemlerinin etkinliğini artırmak ve müşteri odaklı bir kesinti yönetim yaklaşımı geliştirmek için önemli bir adım atmıştır. Modelin farklı coğrafi bölgelerde ve çeşitli operasyonel koşullarda test edilerek genelleştirilebilirliğinin artırılması, sektörel uygulamalara daha fazla katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

[1] Koubaa, Z., El-Amraoui, A., Frikha, A., & Delmotte, F., *Multicriteria Decision Making for Selecting Forecasting Electricity Demand Models, Sustainability*, 16(21), 9219, 2024.

[2] Ebadi, R., Aboshady, F. M., Ceylan, O., Pisica, I., & Ozdemir, A., *Multi-Criteria Decision Making in Optimal Operation Problem of Unbalanced Distribution Networks Integrated with Photovoltaic Units, IEEE Access*, 2024.

[3] David, D., & Alamoodi, A., *A bibliometric analysis of research on multiple criteria decision making with emphasis on Energy Sector between* (2019-2023), *Applied Data Science and Analysis*, 2023, 143-149.

[4] Bhatia, M., & Williams, A., *Using Multi-Criteria Decision-Making Techniques to Select Criteria in Renewable Energy, American Journal of Operations Management and Information Systems*, 8(2), 21-29, 2023.

[5] Li, Y., Shao, S., & Zhang, F., *An analysis of the multi-criteria decision-making problem for distributed energy systems, Energies*, 11(9), 2453, 2018.

[6] Abdul, D., Wenqi, J., & Tanveer, A., *Prioritization of renewable energy source for electricity generation through AHP-VIKOR integrated methodology, Renewable Energy*, 184, 1018-1032, 2022.

[7] Uçakcıoğlu, B., & Eren, T., *Analitik hiyerarşi prosesi ve VIKOR yöntemleri ile hava savunma sanayisinde yatırım projesi seçimi, Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 2(2), 35-53, 2017.

[8] Kartal, C., *Katılım bankalarının kar ve maliyet kriterleri açısından VIKOR yöntemi ile performans analizi*, Journal of Management and Economics Research, 18(1), 158-175, 2020.

[9] Hamurcu, M., & Eren, T., *Kent içi ulaşım için bulanık AHP tabanlı VIKOR yöntemi ile proje seçimi*, Engineering Sciences, 13(3), 217-228, 2018.

[10] Kısa, C. G., & Perçin, S., *Bütünleşik Bulanık DEMATEL-Bulanık VIKOR yaklaşımının makine seçimi problemine uygulanması*, Yaşar Üniversitesi E-Dergisi, 12(48), 249-256, 2017.

[11] Çakır, E., *Kısmi zamanlı olarak çalışacak öğrencilerin Analitik Hiyerarşi Prosesi temelli VIKOR yöntemi ile belirlenmesi*, Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 12(29), 195-224, 2016.

[12] Karaatlı, M., Ömürbek, N., & Köse, G., *Analitik Hiyerarşi Süreci Temelli Topsis Ve Vikor Yöntemleri İle Futbolcu Performanslarının Değerlendirilmesi*, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 29(1), 25-61, 2014.

[13] Uslu, B., Gür, Ş., Eren, T., & Özcan, E. C., *Çok kriterli karar verme yöntemleri ile bulut hizmet sağlayıcı sıralaması*, Pamukkale İşletme ve Bilişim Yönetimi Dergisi, 6(1), 20-34, 2019.

[14] Durmaz, M., & Çermik, Ö., *Çok kriterli karar verme teknikleri kullanılarak yapısal bir uygulama için kompozit malzeme önceliklendirilmesi*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 25(Özel Sayı), 80-97, 2022.

[15] Göktürk, İ. F., Eryılmaz, A. Y., Yörür, B., & Yuluğkural, Y., *Bir İşletmenin Tedarikçi Değerlendirme Ve Seçim Probleminin Çözümünde AAS Ve VIKOR Yöntemlerinin Kullanılması*, Journal of Science and Technology of Dumlupınar University, (025), 61-74, 2011.

[16] Uygurtürk, H., & Uygurtürk, H., *Bütünleşik AHS-VIKOR yöntemi ile otel seçimi*, Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 103-117, 2014.

[17] Karaoğlan, S., *DEMATEL VE VIKOR Yöntemleriyle Diş Kaynak Seçimi: Otel İşletmesi Örneği*, Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi, (55), 9-24, 2016.

[18] Yetiz, F., & Kılıç, Y., *Bankaların finansal performansının VIKOR yöntemi ile değerlendirilmesi*: Türkiye örneği, Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD), 13(24), 151-164, 2021.

[19] Memiş, S., & Korucuk, S., *Dematel ve Vikor Bütünleşik Yaklaşımı ile Gıda İşletmelerinde İnovasyon Çeşitlerinin Önceliklendirilmesi ve En İdeal Firma Seçimi*, Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi, 8(1), 1070-1084, 2019.

[20] Kurtay, K. G., Gökmen, Y., Altundaş, A., & Dağıstanlı, H. A., *Savunma Sanayii Projelerinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Önceliklendirilmesi ve Karşılaştırılması: Karma Bir Model Önerisi*, SAVSAD Savunma ve Savaş Araştırmaları Dergisi, 31(1), 1-24, 2021.

[21] Akkaya, G. C., & Demireli, E., *Finansal Kararların Verilmesinde Promethee Sıralama Yöntemi*, Ege Akademik Bakış, 10(3), 845, 2010.

[22] Ağaç, G., & Baki, B., *Sağlık alanında çok kriterli karar verme teknikleri kullanımı: Literatür incelemesi*, Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 19(3), 2016.

[23] Arslan, S., & Belgin, O., *Yüksek ve Orta-Yüksek Teknoloji Alanındaki Sektörlerin Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri İle Önceliklendirilmesi*, Verimlilik Dergisi, (4), 7-23, 2020.

[24] Tajer, E., & Demir, S., *Çok kriterli karar verme analizi ve gzft analizi entegrasyonu ile ekoturizm stratejilerinin önceliklendirilmesi: Masuleh-İran çalışması*, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36(2), 401-413, 2022.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ELEKTRİK ENERJİSİ TÜKETİM TAHMİNİ: HİBRİT YAKLAŞIMLAR

Ebru İPAR
Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü,
Ebru.Ipar@dedas.com.tr - 0000-0002-7835-2846
Prof. Dr. Gencay SARIIŞIK
Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü,
gsariisik@gmail.com - 0000-0002-1112-3933

ÖZET

Enerji tüketimi, sanayi devriminden günümüze kadar artan bir hızla büyümekte ve gelecekteki ekonomik kalkınma ile sürdürülebilirliğin temel unsurlarından biri olarak önemini koruyacaktır. Bu çalışmada, elektrik enerjisi tüketim tahminine yönelik mevcut yöntemler incelenmiş, istatistiksel, yapay zeka ve mühendislik tabanlı yaklaşımlar detaylı olarak analiz edilmiştir. Literatürde yaygın olarak kullanılan kısa, orta ve uzun vadeli tahminleme yöntemleri arasında Yapay Sinir Ağları (YSA), Destek Vektör Makineleri (DVM), ARIMA ve hibrit modeller ön plana çıkmaktadır. Ayrıca, ekonomik göstergeler, nüfus artışı, iklim verileri ve enerji sektörüne ait parametreler gibi girdi faktörlerinin tahmin doğruluğu üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Çalışma, enerji tüketimi tahminindeki mevcut yöntemlerin avantajları ve sınırlılıklarını ortaya koyarak, hibrit yaklaşımların etkinliğini vurgulamaktadır. Sonuç olarak, enerji politikalarının geliştirilmesinde daha doğru tahminler yapabilmek için istatistiksel ve yapay zeka yöntemlerinin birleşimi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enerji Tüketimi, Yapay Zeka, Hibrit Modeller, Tahmin Yöntemleri, ARIMA

ELECTRICITY CONSUMPTION FORECASTING: HYBRID APPROACHES

ABSTRACT

Energy consumption has been growing at an increasing rate since the Industrial Revolution and will remain one of the key elements for future economic development and sustainability. This study examines the current methods used for electricity consumption forecasting, providing a detailed analysis of statistical, artificial intelligence, and engineering-based approaches. Among

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

the commonly used forecasting methods for short, medium, and long-term predictions, Artificial Neural Networks (ANN), Support Vector Machines (SVM), ARIMA, and hybrid models stand out. Furthermore, the effects of input factors such as economic indicators, population growth, climate data, and parameters related to the energy sector on forecasting accuracy have been evaluated. The study highlights the advantages and limitations of the existing methods for energy consumption forecasting and emphasizes the effectiveness of hybrid approaches. As a result, combining statistical and artificial intelligence methods is recommended to improve forecasting accuracy and aid in the development of energy policies.

Keywords: Energy Consumption, Artificial Intelligence, Hybrid Models, Forecasting Methods, ARIMA

1. GİRİŞ

Enerji, tarih boyunca insanlığın temel ihtiyaçlarından biri olmuş ve gelecekte de bu kritik önemi koruyacaktır. Sanayi Devrimi'nden günümüze kadar enerjiye olan talep, teknolojik gelişmeler ve nüfus artışı ile sürekli artış göstermiştir. Geçmişte odun, kömür ve petrol gibi fosil yakıtlar enerji ihtiyacını karşılamak için temel kaynaklar olarak kullanılırken, günümüzde elektrik enerjisi, modern yaşamın sürdürülebilirliği ve ekonomik kalkınma için vazgeçilmez bir unsurdur. Ancak, artan enerji talebi ile birlikte enerji planlama ve yönetiminde doğru tahminlerin yapılması gerekliliği daha da belirgin hale gelmiştir.

Enerji talebinin doğru tahmin edilmesi, ülkelerin enerji politikalarını etkileyen stratejik bir unsurdur. Yetersiz arz durumunda enerji kesintileri ve ekonomik kayıplar yaşanabilirken, arz fazlası ise enerji israfına ve ekonomik kaynakların verimsiz kullanımına yol açabilmektedir. Bu durum, enerji sektöründe denge sağlama ve kaynakların etkin yönetimi açısından enerji talebi tahminini kritik bir hale getirmektedir. Günümüzde talep tahmini çalışmaları, mühendislik yöntemleri, istatistiksel yaklaşımlar ve yapay zeka teknikleri gibi çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Özellikle, yapay zeka ve makine öğrenimi algoritmalarının enerji tahmini süreçlerine entegre edilmesi, literatürde dikkat çeken bir gelişme olarak öne çıkmaktadır (Aderibigbe ve ark., 2023; Gao ve ark., 2021).

Bu çalışmada, elektrik enerjisi tüketimi tahminine yönelik güncel çalışmalar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Literatürde, enerji talebi tahmininde kullanılan faktörler arasında ekonomik göstergeler, nüfus artışı, iklim verileri ve teknoloji kullanımına yönelik değişkenler ön plana çıkmaktadır (Gassar ve ark., 2020; Deb ve ark., 2017). Çalışmanın temel amacı, enerji kaynaklarının etkin yönetimini sağlamak ve arz-talep dengesinin optimize edilmesine yönelik yaklaşımlar sunmaktır. Bununla birlikte, mevcut çalışmaların sınıflandırılması, kullanılan yöntemlerin analiz edilmesi ve gelecekteki çalışmalara yönelik önerilerin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Bu kapsamda, enerji tahmini alanındaki mevcut yöntemlerin avantajları ve sınırlılıkları ele alınmış, enerji planlaması ve sürdürülebilir kalkınma için olası çözüm yolları sunulmuştur. Çalışmanın, enerji yönetimi ve politika geliştirme süreçlerine katkı sağlaması beklenmektedir.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada, elektrik enerjisi talep tahmini konusunda literatürde kullanılan yöntemler ve girdi faktörleri incelenerek, bu alandaki yaklaşımların avantajları ve sınırlılıkları değerlendirilmiştir. Çalışmanın metodolojik yaklaşımı, üç ana aşamadan oluşmaktadır.

2.1. Veri Toplama ve Analiz

Elektrik enerjisi talep tahminine yönelik mevcut literatür detaylı şekilde taranmış, özellikle kısa, orta ve uzun vadeli tahminleme çalışmalarında kullanılan yöntemler ve girdi faktörleri belirlenmiştir. Veri setleri, ilgili çalışmaların yöntemlerini değerlendirmek ve karşılaştırmak amacıyla kullanılmıştır. Örneğin, Ensari (2023)'te kullanılan gradyan destekleme regresyonu sonuçları, tahmin doğruluğu açısından analiz edilmiştir. Ayrıca, Hajjar (2022) tarafından geliştirilen MLP ve SMO modelleri, uzun vadeli tahminleme performansları açısından karşılaştırılmıştır. Veriler, hem Türkiye hem de uluslararası bağlamda geniş bir yelpazeyi kapsayacak şekilde seçilmiştir.

2. 2. Kullanılan Yöntemlerin Sınıflandırılması

Çalışmalar kapsamında kullanılan yöntemler, kısa, orta ve uzun vadeli yük tahminleri olarak kategorize edilmiştir. Kısa Vadeli Yük Tahmini (KVYT), saatlik ve günlük bazda tahmin yapmayı amaçlayarak enerji üretimi, yük dağılımı ve kısa dönem arz-talep dengesi gibi süreçlerde kullanılmış, en çok Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Destek Vektör Makineleri (DVM) yöntemlerinden faydalanılmıştır. Orta Vadeli Yük Tahmini (OVYT), günlük, haftalık ve aylık tüketim tahminleri yaparak yakıt, bakım ve su depolama gibi operasyonel süreçlerin planlanmasına katkı sağlamış; bu bağlamda Kaytez ve ark. (2015) ve Gonzalez-Romera ve ark. (2008) gibi çalışmalarda ARIMA ve YSA yöntemleri kullanılarak dönemsel analizler gerçekleştirilmiştir. Uzun Vadeli Yük Tahmini (UVYT) ise 1 yıldan uzun süreli tahminlerde, ekonomik büyüme, nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler gibi makroekonomik değişkenleri dikkate almış; örneğin, Moradzadeh ve ark. (2020) çalışmasında DVR yöntemi ve genetik algoritma entegrasyonu ile uzun vadeli tahmin doğruluğu artırılmıştır.

2.3. Tahminleme Yöntemleri ve Girdi Faktörleri

Enerji talebi tahmini yöntemlerinde kullanılan temel algoritmalar arasında makine öğrenimi algoritmaları (gradyan destekleme regresyonu, aşırı gradyan destekleme ve destek vektör makineleri), zaman serisi modelleri (ARIMA, mevsimsel ARIMA, çok katmanlı algılayıcı - MLP) ve hibrit modeller (ARIMA-DVM ve diğer kombinasyonlar) yer almaktadır. Bu yöntemlerin başarısı, kullanılan girdi faktörlerinin doğruluğu ile doğrudan ilişkilidir. Literatürde yaygın olarak kullanılan girdi faktörleri arasında ekonomik göstergeler (gayrisafi yurtiçi hasıla - GSYİH, ithalat-ihracat verileri), demografik veriler (nüfus artış oranı, hane halkı

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

büyüklüğü), enerji sektörü verileri (elektrik üretim kapasitesi, trafo sayısı, yatırım miktarları) ve iklim verileri (ortalama sıcaklık, yağış miktarı, mevsimsel değişkenlik) bulunmaktadır.

2.4. Performans Değerlendirme Kriterleri

Kullanılan yöntemlerin doğruluğu, ortalama mutlak hata (MAE), ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) ve kök ortalama kare hata (RMSE) gibi performans kriterleri ile ölçülmüştür. Bu metrikler, tahmin modellerinin etkinliğini karşılaştırmak için bir temel oluşturmuştur.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışma kapsamında enerji talebi tahminine yönelik literatürdeki yöntemler incelenmiş ve her yöntemin avantajları, sınırlılıkları, uygulama alanları ve elde edilen sonuçlar detaylı şekilde analiz edilmiştir. Bulgular, üç ana başlık altında sunulmaktadır: istatistiksel yöntemler, yapay zeka yöntemleri ve diğer mühendislik yöntemleridir.

3.1. İstatistiksel Yöntemler

İstatistiksel yöntemler, enerji talebi tahmini çalışmalarında uzun süredir kullanılan geleneksel ve güvenilir yöntemler olarak dikkat çekmektedir. Zaman serileri ve regresyon modelleri, bu kategorideki en yaygın tekniklerdir. ARIMA ve Üstel Düzleştirme gibi zaman serisi yöntemleri, geçmiş verileri kullanarak dönemsel dalgalanmaları yakalayabilmekte olup, Pino ve ark. (2008)'in çalışmasında ARIMA modelleri, enerji tüketimindeki mevsimsel değişimleri başarılı bir şekilde tahmin etmiştir. Ancak, bu yöntemlerin uzun vadeli tahminlerde düşük performans gösterdiği ve ani talep değişimlerine karşı duyarsız olduğu vurgulanmıştır. Trend Analizi ve Hareketli Ortalama modelleri ise enerji talebindeki genel eğilimleri tahmin etmek için etkili olmakla birlikte, kısa vadeli ani değişimleri dikkate almakta yetersiz kalmıştır. Regresyon modelleri ise enerji talebi ile nüfus, kişi başına düşen gelir ve endüstriyel üretim gibi bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemede etkili bulunmuştur. Örneğin, Tso ve Yau (2007), nüfus artışı ve GSYİH gibi ekonomik göstergeleri dikkate alarak enerji talebi tahmininde yapay sinir ağı ve regresyon analizinin karşılaştırmasını yapmış ve sonuçlar, regresyon modellerinin basit yapısıyla hızlı analizler sunduğunu ancak karmaşık ilişkilerde yapay sinir ağlarına kıyasla daha düşük doğruluk sağladığını göstermiştir.

3.2. Yapay Zeka Yöntemleri

Yapay zeka yöntemleri, enerji talebi tahmini literatüründe giderek artan bir şekilde yer bulmakta olup, bu yöntemlerin en önemli avantajları, karmaşık ve çok boyutlu veri setlerini işleyebilme kapasiteleridir. Yapay Sinir Ağları (YSA), enerji tüketim verilerinden öğrenme kapasitesine sahip olup, mevsimsel dalgalanmalar ve doğrusal olmayan ilişkileri başarıyla modelleyebilmekte; Camara ve ark. (2016) ile Gao ve ark. (2017), YSA ve ARIMA yöntemlerini karşılaştırarak, YSA'nın özellikle kısa vadeli tahminlerde daha yüksek doğruluk oranı sağladığını belirtmiştir. Ancak, YSA modellerinin büyük veri setlerine olan ihtiyaçları ve parametre optimizasyonundaki zorluklar, kullanımını kısıtlayan faktörler arasındadır. Hibrit modeller ise yapay zeka yöntemleri ile istatistiksel yöntemlerin birleştirilmesi sayesinde hem doğruluk hem de hesaplama verimliliği açısından avantaj sağlamaktadır. Örneğin, Xu ve ark. (2021), destek vektör regresyonunu genetik algoritma ile birleştirerek uzun vadeli enerji

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

tahmini doğruluğunu artırmış ve bu hibrit yaklaşımın, ekonomik ve çevresel değişkenlerin etkisini daha iyi modellemede başarılı olduğunu göstermiştir. Derin öğrenme modelleri ise enerji tüketiminde trend tahmini, anomali tespiti ve öngörülemeyen olayların etkisini analiz etmede faydalı bulunmuş; ancak, bu modellerin yüksek hesaplama maliyeti ve açıklanabilirlik sorunları, yaygın kullanımını sınırlayan faktörler arasında yer almıştır.

3.3. Diğer Mühendislik Yöntemleri

Bu kategori, literatürde daha az sayıda çalışmaya konu olmuş ancak önemli katkılar sunabilecek yöntemleri içermektedir. Termodinamik modeller, enerji tüketimini fiziksel süreçler temelinde tahmin ederek bina ve çevre parametrelerini kullanmakta; örneğin, bina yalıtım seviyesi, iklim koşulları ve kullanıcı davranışları gibi parametreleri dikkate almaktadır. Ancak, bu yöntemlerin dezavantajları arasında detaylı fiziksel verilerin toplanmasındaki zorluklar ve modelleme sürecinin karmaşıklığı yer almaktadır.

4. TARTIŞMALAR

Bulgular, her yöntemin kendine özgü avantajları ve dezavantajları olduğunu ortaya koymaktadır. İstatistiksel yöntemler, basitliği ve düşük hesaplama maliyeti nedeniyle tercih edilmekle birlikte, karmaşık ilişkileri modellemede sınırlı kalmaktadır. Yapay zeka yöntemleri ise daha yüksek doğruluk oranı sunmakta ancak büyük veri gereksinimi ve model optimizasyonu gibi zorluklarla karşılaşmaktadır. Hibrit modeller, istatistiksel yöntemlerin basitliği ile yapay zeka yöntemlerinin doğruluğunu birleştirerek enerji talebi tahmininde en etkili çözüm olarak öne çıkmaktadır. Mühendislik yöntemleri ise özellikle belirli sektörler ve bina enerji modellemelerinde etkili olmakla birlikte, genel enerji talebi tahminine uygulanabilirliği sınırlıdır. Bu bulgular ışığında, enerji talebi tahmini çalışmalarında hibrit yaklaşımların benimsenmesi ve çok yönlü modellerin geliştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, enerji politikasında karar vericilere daha iyi rehberlik sağlamak için istatistiksel ve yapay zeka yöntemlerinin kombinasyonu üzerinde durulmalıdır.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, enerji talebi tahmini üzerine literatürdeki yöntemler detaylı bir şekilde incelenmiş ve her bir yöntemin avantajları, sınırlılıkları ve uygulama alanları ele alınmıştır. Sonuçlar, enerji talebi tahmini alanındaki mevcut yöntemlerin büyük bir çeşitliliğe sahip olduğunu ve her bir yöntemin kendine özgü güçlü ve zayıf yönlere sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

İstatistiksel yöntemler, enerji talebi tahmininde uzun yıllardır güvenilir bir temel oluştursa da, karmaşık ilişkileri modelleme konusunda yetersiz kalmaktadır. Zaman serisi analizleri, özellikle kısa vadeli dalgalanmaları tahmin etmede etkili olmakla birlikte, uzun vadeli ve ani talep değişimlerini doğru şekilde öngörmede sınırlıdır. Regresyon modelleri ise daha geniş ekonomik ve demografik değişkenlerle ilişki kurabilse de, karmaşık etkileşimlerde doğruluklarını yitirebilmektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Yapay zeka yöntemleri, özellikle büyük veri setleri ve doğrusal olmayan ilişkilerin modellemesinde önemli bir avantaj sunmakta, kısa vadeli tahminlerde yüksek doğruluk sağlamaktadır. Ancak, bu yöntemlerin büyük veri gereksinimleri ve parametre optimizasyonundaki zorluklar, uygulama alanlarını sınırlamaktadır. Hibrit modeller ise, istatistiksel yöntemlerin basitliğini ve yapay zekanın doğruluğunu birleştirerek, her iki yöntemin avantajlarını sunmakta ve enerji talebi tahmininde önemli bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Bu hibrit yaklaşımlar, özellikle uzun vadeli tahminlerde daha başarılı sonuçlar elde etmekte ve ekonomik ile çevresel değişkenlerin etkilerini daha iyi modellemektedir.

Diğer mühendislik yöntemleri, özellikle bina enerji modelleme ve belirli sektörlerde etkili olsa da, genel enerji talebi tahminine uygulanabilirlik açısından sınırlıdır. Termodinamik modellerin, enerji tüketimini fiziksel süreçlere dayalı olarak tahmin etmesi, ancak veri toplama zorlukları ve modelleme sürecinin karmaşıklığı nedeniyle genel kullanımda sınırlı kalmaktadır.

Sonuç olarak, enerji talebi tahmininde hibrit yaklaşımların benimsenmesi, çeşitli yöntemlerin avantajlarının birleştirilmesi açısından en etkili çözüm olarak önerilmektedir. Ayrıca, enerji politikasında daha sağlam kararlar almak ve doğru enerji stratejileri geliştirebilmek için istatistiksel yöntemlerle yapay zeka tekniklerinin kombinasyonu üzerinde durulması gerektiği sonucuna varılmaktadır. Bu tür bir çok yönlü yaklaşım, enerji sektöründeki belirsizlikleri azaltarak, daha verimli ve sürdürülebilir enerji yönetimi sağlanmasına katkıda bulunacaktır.

KAYNAKÇA

[1] Aderibigbe, A. O., Ani, E. C., Ohenhen, P. E., Ohalete, N. C., & Daraojimba, D. O. (2023). Enhancing energy efficiency with ai: a review of machine learning models in electricity demand forecasting. Engineering Science & Technology Journal, 4(6), 341-356.

[2] Camara, A., Feixing, W., & Xiuqin, L. (2016). Energy consumption forecasting using seasonal ARIMA with artificial neural networks models. International Journal of Business and Management, 11(5), 231.

[3] Deb, C., Zhang, F., Yang, J., Lee, S. E., & Shah, K. W. (2017). A review on time series forecasting techniques for building energy consumption. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 74, 902-924.

[4] Gao, G., Lo, K., & Fan, F. (2017). Comparison of ARIMA and ANN models used in electricity price forecasting for power market. Energy and Power Engineering, 9(4B), 120-126.

[5] Gao, F., Chi, H., & Shao, X. (2021). Forecasting residential electricity consumption using a hybrid machine learning model with online search data. Applied Energy, 300, 117393.

[6] Gassar, A. A. A., & Cha, S. H. (2020). Energy prediction techniques for large-scale buildings towards a sustainable built environment: A review. Energy and Buildings, 224, 110238.

[7] Ghazal, T. M. (2022). Energy demand forecasting using fused machine learning approaches. Intelligent Automation & Soft Computing, 31(1), 539-553.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[8] González-Romera, E., Jaramillo-Morán, M. A., & Carmona-Fernández, D. (2008). Monthly electric energy demand forecasting with neural networks and Fourier series. Energy Conversion and Management, 49(11), 3135-3142.

[9] Hajjar, M. K., & Ulku, I. (2022, June). Forecasting of Turkey's Total Electricity Consumption in Sectoral Bases Using Machine Learning Algorithms. In 2022 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA) (pp. 1-7). IEEE.

[10] Kaytez, F., Taplamacioglu, M. C., Cam, E., & Hardalac, F. (2015). Forecasting electricity consumption: A comparison of regression analysis, neural networks and least squares support vector machines. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 67, 431-438.

[11] Moradzadeh, A., Zakeri, S., Shoaran, M., Mohammadi-Ivatloo, B., & Mohammadi, F. (2020). Short-term load forecasting of microgrid via hybrid support vector regression and long short-term memory algorithms. Sustainability, 12(17), 7076.

[12] Pino, R., Parreno, J., Gomez, A., & Priore, P. (2008). Forecasting next-day price of electricity in the Spanish energy market using artificial neural networks. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 21(1), 53-62.

[13] Tso, G. K., & Yau, K. K. (2007). Predicting electricity energy consumption: A comparison of regression analysis, decision tree and neural networks. Energy, 32(9), 1761-1768.

[14] Xu, L., Hou, L., Zhu, Z., Li, Y., Liu, J., Lei, T., & Wu, X. (2021). Mid-term prediction of electrical energy consumption for crude oil pipelines using a hybrid algorithm of support vector machine and genetic algorithm. Energy, 222, 119955.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ELEKTRİK GÜÇ SİSTEMLERİNDE OLUŞAN HARMONİKLERE AKTİF VE PASİF FİLTRELERİN ETKİLERİ

Mehmet ÇINAR
Bitlis Eren Üniversitesi, Organize Sanayi Bölgesi MYO, Elektrik ve Enerji Bölümü, Bitlis, TÜRKİYE
e-mail: mcinar@beu.edu.tr
ORCID: 0000-0002-1542-9120

ÖZET
Elektrik güç sistemlerindeki akım ve gerilimin sinüsoidal dalga şeklinin bozulmasına harmonik denilmektedir. Harmonikler gerilim düşümlerine, enerji kayıplarına, iletişim cihazlarında pazazitlere ve kompanzasyon sistemlerinin aşırı reaktif güç yüklenmesi gibi birtakım sorunlara yol açar ve şebekeye bağlı cihazlarda kalıcı hasarlara sebebiyet verebilmektedir. Elektrik şebekesinde motorlar, generatörler, kesintisiz güç kaynakları, trafolar ve ark fırınları harmoniklerin başlıca kaynaklarıdır. Bir elektrik tesisinde harmoniklerin varlığı tesis içerisinde sürekli olarak elektriksel arızaların meydana gelmesinden anlaşılır. Özellikle tesisdeki elektrik motorları aşırı ısınıyor, gürültülü ve titreşimli çalışıyorsa bu durum harmoniklerin varlığını göstermektedir. Sistemdeki harmoniklerin ölçümü için enerji kalitesi /şebeke analizörleri kullanılır. Tespit edilen bu harmoniklerin etkisini azaltmak veya yok etmek için kullanılan en etkili yöntem harmonik filtre devreleridir.
Bu çalışmada elektrik güç sistemlerindeki harmoniklerden ve harmonikleri yok etmek için kullanılan en etkili yöntem olan harmonik filtre devrelerinden bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Harmonik, Güç Sistemleri, Enerji Kalitesi, filtre devreleri

EFFECTS OF ACTIVE AND PASSIVE FILTERS ON HARMONICS IN ELECTRICAL POWER SYSTEMS

ABSTRACT
The distortion of the sinusoidal waveform of current and voltage in electrical power systems is called harmonics. Harmonics cause several problems such as voltage drops, energy losses, interference in communication devices and excessive reactive power loading in compensation systems, and can cause permanent damage to devices connected to the network. Motors, generators, uninterruptible power supplies, transformers and arc furnaces are the main sources of harmonics in the electrical network. The presence of harmonics in an electrical facility is understood from the constant occurrence of electrical faults. In particular, if the electric motors in the facility are overheating, and operating with noise and vibration, this indicates the presence

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

of harmonics. Energy quality/network analysers are used to measure harmonics in the system. The most effective method used to reduce or eliminate the effect of these detected harmonics is harmonic filter circuits.
This study discusses harmonics in electrical power systems and harmonic filter circuits, which are the most effective methods to eliminate harmonics.
Key Words: Harmonics, Power Systems, Energy Quality, filter circuits

1. GİRİŞ

Anahtarlama elemanları kullanan doğrusal olmayan yüklerin artan kullanımı birçok güç kalitesi sorununa neden olmuştur. Güç elektroniği cihazlarının geliştirilmesiyle harmonikler belirgin şekilde artmaktadır. Harmoniklerin güç şebekesine yayılması, bu güç şebekelerinin kullanıcıları için birçok soruna neden olur. Şebekeye bağlı cihazların normal işlevini etkiler. Harmonik akımlar, yayılması elektrik gücünün farklı kullanıcıları için tehlikeli olabilecek harmonik gerilimlerin oluşmasına neden olur. Kontrol sistemleri, koruma devreleri, iletişim sistemleri ve biyomedikal cihazlar harmonik kirliliğinden en çok etkilenen cihazlardır. IEC ve IEEE gibi uluslararası elektrik komiteleri, yüklerin harmonik emisyonunu sınırlayan farklı standartlar ve düzenlemeler benimsemiştir.
Sistem gerilim dengesizliği sorunları ve şebeke gerilimindeki ani değişimler elektrik mühendisliğinde önemlidir. Birçok cihaz sınırlı gerilim ve frekans aralıklarında çalışmak üzere tasarlanmıştır. Gerilimdeki ani değişimler cihazların işlevini etkileyebilir veya hatta kalıcı olarak işlevlerini durdurabilir. Bu nedenle, farklı tipte geirlim regülatörleri ve koruma cihazları kullanmak önemli bir önlemdir. Bu regülatörler, şebekenin yük tarafını sabit bir gerilim seviyesinde tutarak bağlı cihazları gerilim değişimlerinden koruyabilir. Güç sistemlerindeki gerilim değişimlerinin ana nedeni elektrik motorlarının açılıp kapanmasıdır. Bu motorlar, fonksiyonun başlangıç aşamasında saniyeler boyunca yüksek akımlar emer. Birçok motorun aynı anda aynı anda çalıştırılması, şebeke geriliminde büyük değişimlere neden olabilir.
Harmonik problemlerle yüzleşmek için farklı çözümler önerilmiştir. Bu çözümler şebekeye veya yüke değişiklikler uygulayarak daha az harmonik yaymaktan, harmonikleri bastırmak ve filtrelemek için özel olarak tasarlanmış cihazlar bağlamaya kadar farklılık gösterir [1].
En basit harmonik filtreleme yöntemi, iptal edilecek harmoniklerin frekansları için kısa devre veya düşük empedans sağlayacak şekilde ayarlanmış filtre bankaları biçimindeki RLC elemanlarını kullanmaktır. Bu filtreler ana frekans için yüksek empedans sunar ve pasif filtreler olarak adlandırılır. Pasif filtreler, basitlikleri ve kurulum kolaylıkları nedeniyle önerilen ilk çözümlerdir. Çok fazla varyasyonun beklenmediği kararlı statik sistemler durumunda iyi bir yaklaşım olarak kabul edilebilirler. Dinamik, öngörülemeyen sistemler durumunda, pasif filtreler statik davranışları ve yükteki değişikliklere tepki verememeleri nedeniyle daha az uygun olabilir.
Aktif filtreler, 80'li yıllarda elektrik güç sistemlerine tanıtılmıştır. Herhangi bir kesintiye gerek kalmadan yüke ve sistem değişikliklerine anında tepki verebilirler. Araştırmacılar, tanıtıldıkları günden bu yana aktif filtrelere giderek daha fazla ilgi göstermektedir. Aktif filtrelerin temel avantajı, sistem parametreleri için esneklikleridir. Davranışlarını sistem parametrelerine göre etkili bir şekilde değiştirebilirler [2].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Harmonik azaltma amacıyla, kalite kontrol yöntemleri sağladıkları için aktif veya pasif güç filtreleri sistemlerde giderek daha fazla kullanılmaktadır [3]. Ancak, bu filtrelerin harmonik azaltmada büyük faydaları olduğu gibi, her iki türün de bazı dezavantajları vardır. Pasif harmonik filtreler, büyük ölçüde geleneksel olarak kullanılır ve kütle, ayar sorunları, rezonans, gürültü, artan kompanzasyon ve sabit kayıplar gibi bazı dezavantajları vardır. Bu sorunların üstesinden gelmek için aktif güç filtreleri kullanılabilir [4]. Bu çalışmada, harmonik üreten cihazlardan bahsedilmiş ve şebekedeki harmonikleri yok etme yöntemi olan aktif ve pasif filtrelerden bahsedilmiştir**.**

2. HARMONİKLER

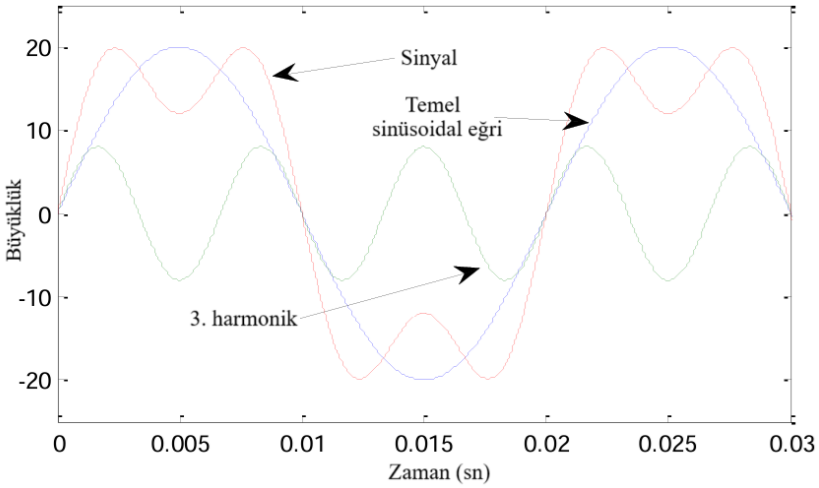
2.1.Harmonik Tanımı

Güç sistemleri 50 veya 60 Hz nominal frekanslarında çalışır. Şebeke yüklerindeki artış veya azalış nedeniyle frekansta küçük değişiklikler meydana gelebilir. Bazı yükler daha yüksek frekanslı akımlar ve gerilimler üretir ve bunları elektrik şebekelerine enjekte eder. Bu akımların ve gerilimlerin frekansları temel frekansların tam sayı katlarıdır. Bu yüksek frekanslı akımlar ve gerilimler harmonikler adıyla bilinir. Harmoniklere neden olan yükler doğrusal olmayan yükler olarak adlandırılır çünkü yüke uygulanan gerilim ile yük tarafından çekilen akım arasındaki ilişki doğrusal değildir ve anahtarlama fonksiyonuna dayanır. Güç elektroniği cihazları endüstrisindeki hızlı devrim, elektrik sistemlerindeki doğrusal olmayan yüklerin sayısını artırmıştır. Günümüzdeki cihazların çoğu, anahtarlama modu fonksiyonlarına, motor sürücülerine ve diğer birçok cihaza dayanan güç kaynakları gibi doğrusal olmayan işlevli cihazları içerir. Harmonik kavramı ilk olarak matematikçi Joseph Fourier tarafından tanıtılmıştır. Fourier, tüm sinüzoidal olmayan sinyallerin, ayrık frekanslara sahip sonsuz sayıda sinüzoidal sinyale ayrıştırılabileceğini kanıtladı ve bu sinüzoidal sinyalleri bulmak için bir formül verdi:

$$i(t) = I_0 + \sum_{h=1}^{\infty} I_h cos(hwt + \varphi_h) \quad (1)$$

Formülde verilen ilk bileşen sıfır frekanslı doğrudan bileşendir. İkincisi ise temel ve farklı harmoniklerin sinüzoidlerinin toplamını gösterir. Bir sonraki şekil sinüzoidal olmayan bir sinyali ve onun Fourier ayrışmasını gösterir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 1. Sinüsodal olmayan bir sinyalin harmonik bileşenleri

2.2. Şebekede harmonik üreten kaynaklar:

Elektrik kaynaklarına sinüzoidal olmayan akımlar enjekte eden doğrusal olmayan yükler harmoniklerin ana kaynağıdır. Diyotların köprü doğrultucuları, güç uygulamalarında bulunan en doğrusal olmayan yüklerdir çünkü kontrol gerektirmezler ve düşük maliyetle uzun bir ömre sahiptirler. Diğer birçok harmonik üreten yük farklı harmonik emisyon seviyelerine sahiptir [5]. Doğrusal olmayan yüklerin beslenmesi, elektrik şebekesine yayılan harmonik akımlar üretir. Harmoniklerin besleyici empedanslarına (transformatörler ve şebeke) akışı, bu besleyicilerde harmonik voltajlara neden olur. İletken empedansının içinden geçen akımların frekanslarıyla arttığını hatırlayarak, her akım harmoniği aralığı için farklı empedanslar ortaya çıkacaktır. Belirli bir frekansın harmonik akımı, empedans ve harmonik voltaj aracılığıyla yaratılacaktır. Aynı besleyiciye bağlı tüm yükler aynı harmonik voltajla beslenecektir.

2.3 Harmoniklerin Elektrik Sistemlerine Etkileri

Harmonik akımlar şebekelere hücum eder ve çeşitli sorunlara yol açabilir. Güç faktörü düzeltme kapasitörleri tarafından yakalanabilir ve bunları aşırı yükleyebilir veya bunlarla rezonansa neden olarak arızalarına yol açabilirler. Ayrıca bilgisayarlarda, telefon hatlarında, motorlarda ve güç kaynaklarında sorunlara yol açabilir ve hatta girdap akımı kayıpları nedeniyle trafo arızalarına bile neden olabilirler. Harmonik akımlar, harmonik frekans için tasarlanmış bir dizi kapasitif endüktif filtre kullanılarak iptal edilebilir. Bu tür filtreler, şebeke empedansına kıyasla harmonik frekanslara düşük empedans sağlar.

Harmonik akımların veya voltajların etkisi, farklı yüklerin hassasiyetinin bir fonksiyonudur; bazı yükler harmoniklere daha duyarlıyken, diğer yükler biraz daha duyarlıdır. En az duyarlı yükler, her türden ekipmanın ısıtma tipidir. En duyarlı ekipman türleri, ideal sinüzoidal voltaj veya akım dalga formu bekleyerek tasarlanmış elektronik cihazlardır. Bu iki kategori arasında yer alan en popüler yük ise elektrik motorlarıdır.

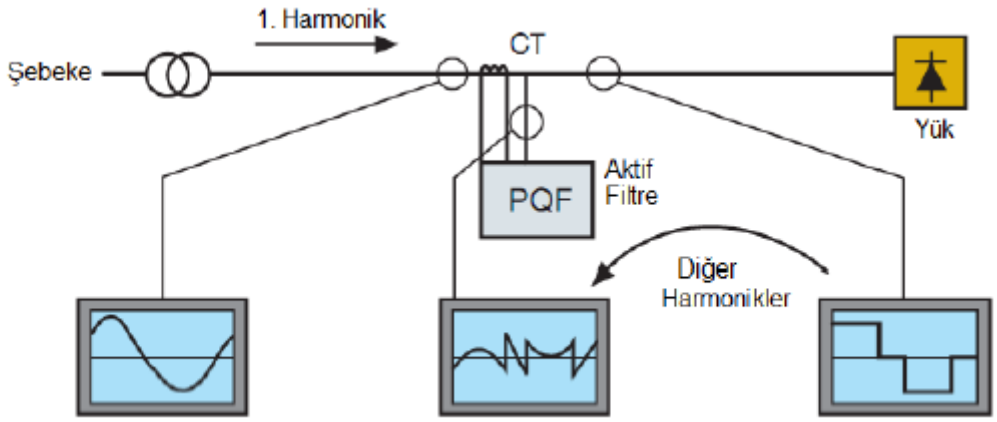
3. Harmonikleri Yok Etme Yöntemleri

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3.1 Aktif Filtreler

Aktif güç filtrelerinin amacı, şebeke akımı veya voltaj dalgalarının sinüzoidal yapıyı koruduğu bir yaklaşımla harmonik akımlar veya voltajlar üretmektir. APF'ler, voltaj harmoniklerini veya akım harmoniklerini buna göre telafi etmek için şebekeye seri (seri APF) veya paralel (PAPF) olarak bağlanabilir. Veya hibrit filtreleri (HAPF) oluşturmak için pasif filtrelerle bağlanabilir. Aktif filtreler, harmonikleri ortadan kaldırmak için oldukça yeni tip cihazlardır. Bu tür filtreler güç elektroniği cihazlarına dayanır ve pasif filtrelerden çok daha maliyetlidir. Güç sistemiyle rezonansa girmemeleri ve sistem empedansı konusunda özerk olarak çalışmaları gibi bireysel avantajları vardır. Rezonans sorunları nedeniyle pasif filtrelerin etkili bir şekilde çalışamadığı zor koşullarda kullanılırlar ve güç sisteminin herhangi bir yerinde kurulu diğer elemanlarla herhangi bir müdahaleleri yoktur [6].

Aktif filtrelerin yatırım maliyeti pasif filtrelere göre daha yüksek olmasına rağmen bazı sistemlerde kullanılması kaçınılmazdır. Bunun yanında aktif filtrelerin en önemli özelliği; mevcut dağıtım sisteminde yapılan değişikliklere rağmen harmonik kompanzasyonuna devam etmesidir.



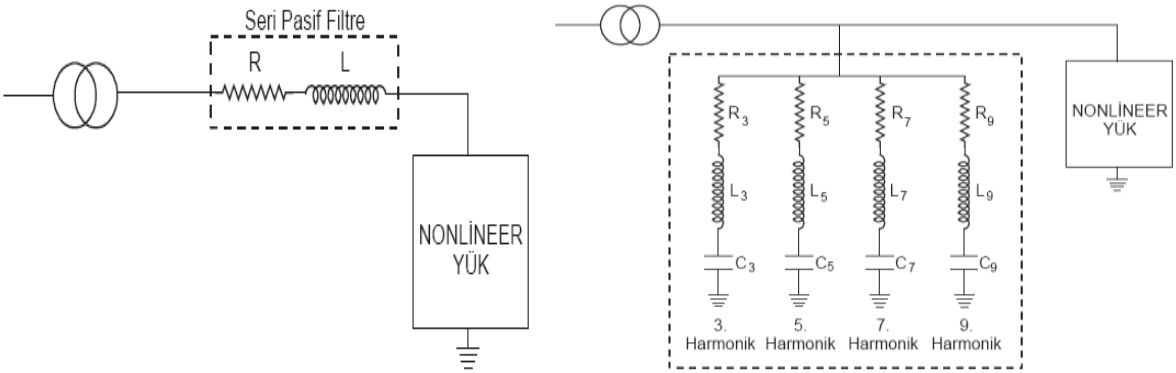
Görsel 2. Aktif Harmonik filtrenin çalışma prensibi

3.2 Pasif Filtreler

Pasif harmonik filtreler, üç fazlı güç sistemlerinde yük harmoniklerinin azaltılması için uygun maliyetli bir çözümdür. Tüm pasif harmonik filtre yapılandırmaları, harmonikleri kontrol etmek için kullanılmak üzere yapılandırılmış ve ayarlanmış endüktif, kapasitif ve dirençli elemanlarla inşa edildikleri için kapasitif bir karaktere sahiptir. Bu tür ayarlanmış filtrelerin teknik yaklaşımı, belirli frekanslardaki harmonik akımlara düşük empedanslı bir yol sağlamaktır. Pasif harmonik filtreler, tasarlandıkları dışındaki diğer harmonikleri ememezler. Bu nedenle, pasif harmonik filtreler, genellikle belirli ekipman tarafından üretilen belirli harmonik frekanslarını azaltmak gerektiğinde verimli ve etkili bir çözümdür.

Pasif filtreler, kaynak ile alıcı arasına konulan ve temel frekans dışındaki bileşenleri yok etmek için tasarlanan kondansatör (C), endüktans (L) ve bazı durumlarda direnç (R) elemanlarından oluşan devrelerdir. Seri ve Paralel pasif filtreler olmak üzere 2 ‘ye ayrılır. Görsel 3 ‘te pasif filtre devresi görülmektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 3. Pasif Filtre devreleri

4. SONUÇ

Elektrik iletim ve dağıtım şebekelerinde artan yük ihtiyacı beraberinde birçok sorun ortaya çıkarmaktadır. Bu sorunlardan birisi de güç kalitesini bozucu etki yapan harmoniklerdir. Şebekenin güç ihtiyacı arttıkça şebekenin gerilim dalga şeklini bozucu ekipmanların sayısı da artmıştır. Bundan dolayı şebeke geriliminde harmonikler ortaya çıkmaktadır. Bu oluşan harmonikleri ortadan kaldırmanın en etkili yolu filtre devreleri kullanmaktır. Özellikle aktif filtre devreleri harmoniklerin yok edilmesi için en etkili bir yöntem olarak karşımıza çıkar. Özellikle güç elektroniğindeki gelişmelere paralel olarak filtre devreleri de geliştirilmeye devam etmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Arrillaga, J. ve Watson N.R., Power System Harmonics, Wiley, New York, A.B.D., 2003.

[2] Kakilli, A., Tunçalp, K., ve Sucu, M., 2008. Harmoniklerin Reaktif Güç Kompanzasyon Sistemine Etkilerinin İncelenmesi, Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20,1: 109-115.

[3] Jarupula, Gopala Rao and Matta (2012), "Power Quality Improvement in Distribution Systems Using Fuzzy Based Hybrid Active Power Filter", International Journal of Advanced Scientific Research and Technology, Vol. 3, No. 2, pp. 1-10.

[4] Pietkiewicz A and Melly S (2008), "Proper Selection of Passive and Power Quality Filters for the Mitigation of Main Harmonics", Schaffner EMV AG, Vol. 1, pp. 1-15.

[5] Prusty, S. (2011). FPGA Based Active Power Filter for Harmonics Mitigation. Rourkela, India: National Institute of Technology.

[6] P. Salemon, S.P. Litran, "Improvement of the electric power quality using series active and shunt passive filters", IEEE Trans. Power Del., 25 (2), 1058-1067, 2010.

[7] Javadi, & Alireza. (2009). Modeling, Simulation and Real-Time Control of Active Filters, Canada. Retrieved mar 22, 2010, from http://publications.polymtl.ca/221/

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ELEKTRİK GÜÇ SİSTEMLERİNDE VERİMLİLİK ARTIRMA YÖNTEMİ: FACTS KONTROLÖRLER

Mehmet ÇINAR
Bitlis Eren Üniversitesi, Organize Sanayi Bölgesi MYO, Elektrik ve Enerji Bölümü, Bitlis, TÜRKİYE
e-mail: mcinar@beu.edu.tr
ORCID: 0000-0002-1542-9120

ÖZET

Elektrik güç sistemelerindeki en önemli sorunlardan bazıları reaktif gücün kontrol edilmesi, şebekedeki gerilim değeri ve iletilebilen güç kapasitesidir. Tüm dünyada ve ülkemizde olduğu gibi elektrik enerjisi ihtiyacı hızla artmaktadır. Bu artan enerji talebi ile birlikte; mevcut enerji sistemlerinin veriminin maksimuma çıkarılması gerekmektedir. Sistem verimliliğini maksimuma çıkarmak için uygulanan bazı yöntemler mevcuttur. Bu yöntemlerden birisi de güç elektroniği tabanlı yeni bir teknoloji olan Esnek Alternatif Akım İletim sistemleri (FACTS, Flexible Alternating Current Transmission Systems) olarak karşımıza çıkmaktadır. Güç elektroniği tabanlı uygulama olan FACTS kontrolörler geleneksel mekanik kontrolörlere göre (faz kaydırıcı, şönt kapasitör v.s) daha hızlı tepki vermektedir. Uygulamada çeşitli FACTS kontrolörler kullanılmaktadır. Bunların içinde en sık kullanılanı STATCOM (Statik Kompansatör), SVC(Statik Var Kompansator) ve Kombine Güç Akışı Kontrolörü (UPFC) dir. Bu çalışmada FACTS kontrolör ve çeşitlerinden bahsedilerek avantajları ve dezavantajları detaylandırılarak açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji verimliliği, Kompanzasyon, FACTS kontrolörler

A METHOD OF INCREASING EFFICIENCY IN ELECTRICAL POWER SYSTEMS: FACTS CONTROLLERS

ABSTRACT

Some of the most important problems in electric power systems are controlling reactive power, voltage value in the network and power capacity that can be transmitted. As in all over the world and in our country, the need for electrical energy is increasing rapidly. To this growing energy demand; the efficiency of existing energy systems must be maximised. There are some methods applied to maximise system efficiency. One of these methods is Flexible Alternating Current Transmission Systems (FACTS), a new technology based on power electronics. FACTS controllers, which are power electronics-based applications, respond faster than traditional mechanical controllers (phase shifter, shunt capacitor etc.). Various FACTS controllers are used in the application. The most commonly used of these are STATCOM (Static Compensator), SVC (Static Var Compensator) and Combined Power Flow Controller (UPFC).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

In this study, FACTS controllers and their varieties are mentioned and their advantages and disadvantages are explained in detail.
Key Words: Energy efficiency, Compensation, FACTS controllers

1. GİRİŞ

Elektrik enerjisi gelişen teknoloji ile birlikte insan hayatının vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Elektrik santralleri ve şebekeler tüm dünyaya hızla yayılmaya başladı ve birçok iş inasanı elektrik üretimine yatırım yapmaya başlamıştır. Günümüzde birçok elektrik şirketi, düşük talep sırasında enerji üretip depolamakta ve yüksek talep sırasında depolanan enerjiyi şebekeye vererek yenilenebilir kaynaklara yatırım yapmaya başlamıştır. Müşteri ihtiyaçlarını desteklemek için yeni çalışmalar ve geliştirmeler yapılmaktadır. Bilgisayar yazılımının geliştirilmesi, yük talebini anlamak ve gelecekteki yükleri daha iyi planlamak için yük akışı çalışmalarını hedef çalışmalar olarak karşımıza çıkar. Bilgi teknolojisindeki ilerlemeler, güç sistemi ağının çok daha iyi uzaktan kontrolü için birden fazla şebekenin ve şebekenin tek bir şebekeye bağlanmasına izin verebilmektedir. Tüm çalışmaların ortak bir amacı vardır: kullanım faktörünü artırarak ve herhangi bir kesinti olmaksızın her an müşteri talebini karşılayarak şebekenin verimliliğini artırmaktır [1].

Güç elektroniği alanındaki teknolojileri geliştirmek ve iyileştirmek, mevcut şebekelerle ve yeni şebekelerle uyumlu hale getirmek ve sistemi tek bir akıllı şebekeye dönüştürmek için çok sayıda araştırma yapılmıştır ve yapılmaya devam etmektedir. Bazı durumlarda, arızalardan kaynaklanan kesintiler veya yüksek yük talepleri nedeniyle güç sistemleri yetersiz güç kaynaklarına sahip olabilir ve bu da hayatımızı olumsuz etkileyebilir.

Uzun vadede, güç akışı sorunları yeni güç santralleri ekleyerek ve iletim hatları kurarak çözülebilir, ancak bu çözümlerin toplam maliyeti ekonomik değildir ve uzun bir kurulum süresi gerektirir. Teknolojideki ilerlemeyle birlikte, mevcut iletim hatlarını güç elektroniği ekipmanları ve teknolojileriyle yükselterek herhangi bir operasyonel sorunun üstesinden gelmek için yeni bir yaklaşıma sahip olunması bekleniyor. Tüm bunlar, mevcut sistemin daha iyi kullanımı için şebekedeki güç akışını kontrol etme ve güç akışını aşırı yüklenen istasyonlardan daha az yüklü istasyonlara yönlendirerek güç dağıtımını iyileştirme yeteneğine izin verecek Esnek Alternatif Akım İletim Sistemleri (FACTS) kullanılarak elde edilebilir. Sistemin güvenli operasyonlarını ve güvenliğini, elemanlar devreye alındığında ve/veya hizmet dışı bırakıldığında bile güç akışını kontrol ederken sürdürülebilirliğin önemli olduğu unutulmamalıdır. Güç akışı kontrol teknolojisi, anında çalışacak şekilde tasarlanabilir ve sistemin beklenmedik durumlarda çalışmasını sağlamaya yardımcı olabilir [2].

Bir güç şebekesinin özellikleri ve karakteristikleri, talep artışı ve eklenen üretimle zamanla ilerler. Bu tür değişikliklerle, iletim hatları yükseltilmez ve tam potansiyelleriyle kullanılmazsa dağıtım ve güç dağıtım sistemleri sorunlarla karşılaşacaktır. Daha önce belirtildiği gibi, elektrik talebi özellikle son on yılda teknolojik ilerleme nedeniyle hızla değişmektedir, örneğin elektrikli arabalar elektrik şebekemize yük ve kaynak olarak tanıtılmıştır. Ancak, bu hızlı

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

değişimler ve teknolojik ilerlemeler iletim hatlarındaki kısıtlamalar tarafından engellenmektedir. İletim sisteminin güç iletme yeteneği, aşağıdaki sabit durum ve dinamik sınırlamalar tarafından azaltılır: termal sınırlamalar, kararlılık, dielektrikler ve empedans.
Bu sınırlar, bir iletim hattının iletim sistemine veya şebekenin genel ekipmanına zarar vermeden elektrik gücünü iletme konusundaki maksimum yeteneğini tanımlar. Prensip olarak, bu sınırlamalar sistemde herhangi bir önemli değişiklik yapmadan FACTS denetleyicileri eklenerek giderilebilir. FACTS cihazlarının, işletme ve iletim maliyetlerini azaltarak, güç aktarım kapasitelerini artırarak, sistem güvenilirliğini yükselterek ve müşterilere iletilen elektrik gücünün kalitesini genel olarak iyileştirerek mevcut iletim ve dağıtım sistemlerine çeşitli faydalar sağlaması bekleniyor.

2. FACTS KONTROLÖRLER

FACTS, AC iletim ve dağıtım sistemlerinde güç akışını iyileştirmek ve kontrol etmek için güç elektroniği anahtarlama cihazları ve devreleri kullanır. Bir FACTS kontrol cihazının amacı sürekli ve hızlı bir şekilde şunları yapmaktır:

- besleme voltajının belirli bir aralıkta düzenlenmesini kolaylaştırmak,
- iletim hattının termal sınırına daha yakın daha fazla güç taşımasını sağlamak,
- AC sistem kararlılığını, güvenilirliğini, kullanılabilirliğini ve güvenliğini iyileştirmek.

Esas itibarıyla, FACTS iletim hattı reaktansını (VAr telafisi) telafi ederek bir birim güç faktörü, dolayısıyla belirli bir voltaj derecesi ve termal sınır, I^2R için maksimum güç üretir. FACTS ayrıca akım harmoniklerini ve dolayısıyla ilişkili harmonik I^2R kayıplarını en aza indirerek iletim gücünü artırır ve böylece temel akımı en üst düzeye çıkarır. Ek olarak, uygun kontrolle FACTS cihazları sistem salınımlarını aktif olarak azaltarak ağ kararlılık marjlarını iyileştirebilir ve böylece iletim altyapısının daha fazla kullanılmasına olanak tanır. FACTS, mevcut, yeni ve yükseltilmiş güç iletim hatlarının verimini ve kapasitesini artırabilir.

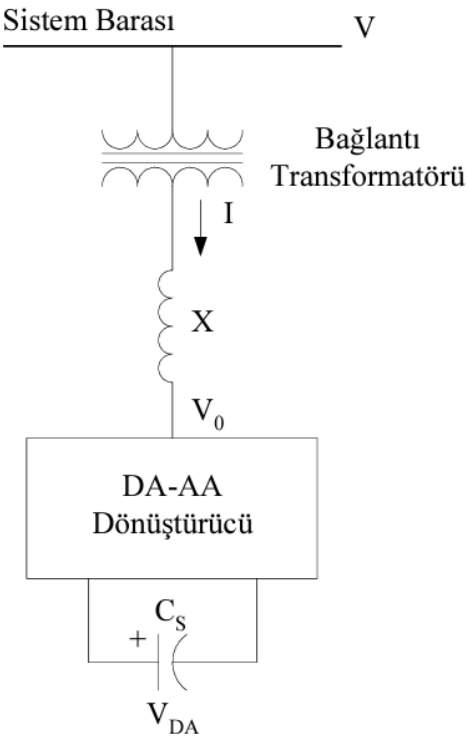
2.1. FACTS Kontrolör Çeşitleri

2.1.1. STATCOM

Statik senkron kompanzatörler (STATCOM'lar), esnek alternatif akım iletim sistemleri (FACTS) cihaz ailesinin bir parçasıdır. Birincil amaçları, bağlandıkları AC güç sistemine hızlı etkili, hassas ve ayarlanabilir miktarda reaktif güç sağlamaktır. STATCOM'lar bunu, AC taraflarından geçen akımın reaktif bileşeninin büyüklüğünü ve polaritesini (faz) ayarlayarak başarır. Bu, STATCOM'ların AC güç sistemiyle değiştirilen reaktif güç akışının miktarını ve yönünü kontrol etmesini sağlar.
STATCOM'lar, şönt endüktör gruplarını değiştirerek veya tamamlayarak AC iletim hatlarının alıcı ucundaki voltaj kompanzasyonu için kullanılabilir. Bu amaçla kullanıldığında, STATCOM'lar şönt endüktör gruplarına göre çeşitli avantajlar sunar; örneğin, AC iletim hattının alıcı ucundaki voltaj kompanzasyonunun çok daha sıkı kontrolü ve yük değişimleri sırasında hat kararlılığının artması. STATCOM'lar ayrıca büyük rastgele reaktif güç talebi zirveleriyle çalışan endüstriyel tesislerde dinamik güç faktörü düzeltmesi (yani dinamik reaktif güç kompanzasyonu) için yaygın olarak kullanılır. STATCOM'lar tesisin güç faktörünü artırır,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

tesis girişindeki voltaj dalgalanmalarını en aza indirir (bu da ekipmana zarar gelmesini önler) ve tesisin işletme maliyetlerini azaltır.



Görsel 1. STATKOM'un genel elektriksel gösterimi

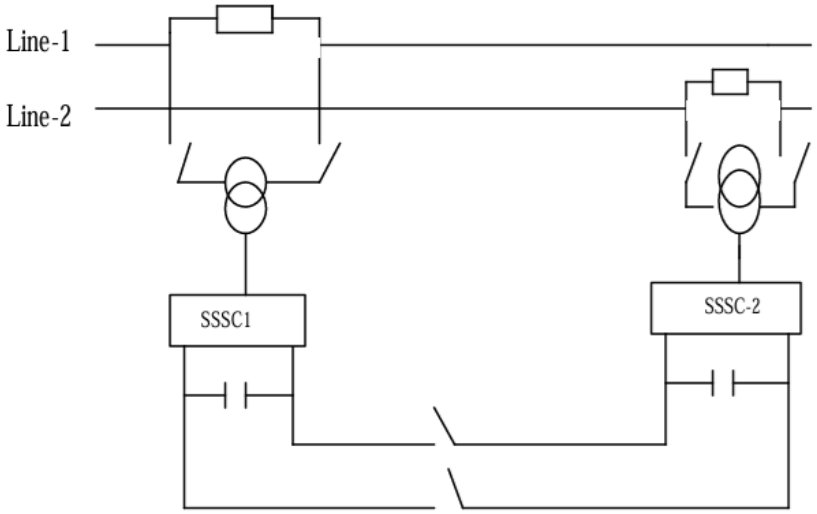
2.1.2. Statik Senkron Seri Kompanzatör (SSSC)

SSSC [3] kontrollü seri kapasitör gibi davranan bir FACTS kontrolörü olarak düşünülebilir. İletim hattının etkin endüktif reaktansını azaltmak için kapasitif voltaj ekleyerek hattaki endüktif voltaj düşüşünü telafi eder. Bir seri kapasitörün aksine, SSSC değişken hat akımı durumunda sabit bir telafi voltajı sağlayabilir veya enjekte edilen telafi voltajının genliğini hat akımının genliğinden bağımsız olarak kontrol edebilir. Bir seri kapasitörün işlevi basitçe endüktif hat empedansı boyunca voltajı artırmak ve böylece hat akımını ve iletilen gücü artırmak için AC sistem frekansında uygun bir voltaj üretmektir. Bu voltaj hat ile seri olarak enjekte edilirse, temel frekansta bir seri kapasitöre eşdeğer seri telafi elde edilir [4].

2.1.3. Hat Arası Güç Akış Kontrolörü (IPFC)

IPFC şemaları, [5] reaktif gücün bağımsız kontrolünü ve kompanse edilmiş hatlar arasında gerçek gücün transferini sağlar. Gerçek güç transferi için sırt sırta bağlanmış iki dönüştürücü tabanlı SSSC'den oluşur. Her SSSC'nin dönüştürücüsü, iletim hattının voltajıyla senkronize edilen temel frekansta kontrol edilebilir bir AC çıkış voltajı sağlar. IPFC, çok şeritli bir iletim sisteminde güç akışı sorunlarına ekonomik bir çözüm sağlar ve ayrıca aşırı yüklenen hatlardan düşük yüklenen hatlara güç aktarmak için hatlar arasında güç akışını düzgün bir şekilde eşitlemek için kullanılır. Çok hatlı IPFC, Görsel 2'de gösterilmiştir.

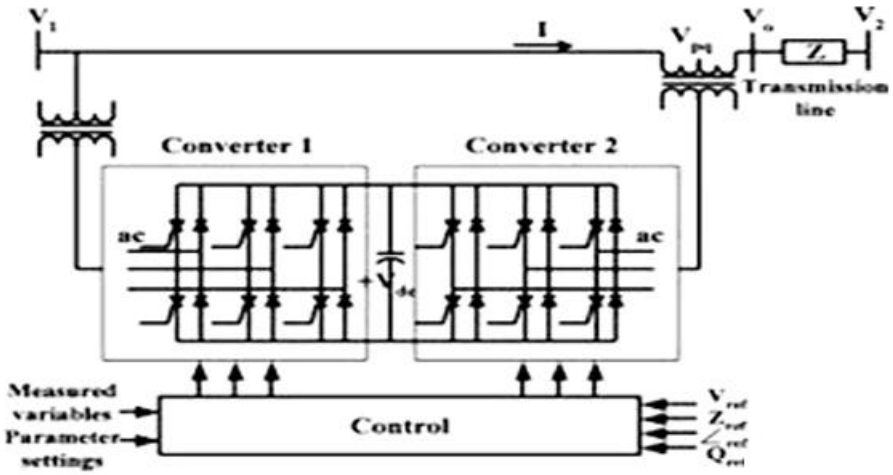
ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 2. IPFC Kontrolör

2.1.4. Birleşik Güç Akışı Kontrolörü (UPFC)

UPFC, elektrik güç iletim sistemlerinde güç akışının kontrolü ve optimizasyonu için ortaya çıkan en çok yönlü ve karmaşık güç elektroniği ekipmanıdır. İletim hatlarının statik ve dinamik çalışması için potansiyel avantajlar sunar. UPFC, ac iletim sistemlerinin gerçek zamanlı kontrolü ve dinamik kompanzasyonu için tasarlanmıştır ve güç endüstrisinde karşılaşılan birçok sorunu çözmek için gereken çok işlevli esnekliği sağlar. Geleneksel güç iletimi kavramlarının bu çerçevesinde, UPFC, iletim hattındaki güç akışını etkileyen tüm parametreleri aynı anda veya seçici olarak kontrol etmek içindir. Diğer tüm kontrolörlerin aksine, hattaki hem gerçek güç akışını hem de reaktif güç akışını bağımsız olarak kontrol eder [6].



3. SONUÇLAR

Geleneksel kompanzasyon cihazlarının dezavantajları, artan enerji talebi, yeni hatların yapılmasındaki kısıtlamalar gibi birçok sebepten dolayı elektrik şirketleri FACTS teknolojisine büyük bir ilgi göstermektedirler. FACTS cihazlarının maliyetleri, geleneksel kompanzasyon

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

cihazlarına göre oldukça yüksektir. Fakat bu cihazların kurulumu ile elde edilecek faydalar yeni hatların kurulumu ile elde edilecek faydalara eşdeğer olabilir. Dolayısıyla bu cihazların kurulumu yeni hatların yapımını imkanlar dahilinde erteleyebilir. Bundan dolayı iletim sistemi problemlerini en uygun maliyetli ve koordineli bir biçimde çözmek için derinlemesine sistem analizi gereklidir.

4. KAYNAKLAR

[1] M.H. Haque, "Best location of SVC to improve first swing stability limit of a power system," Electric PowerSystem Research, vol.77, pp1402-1409, (2007).
[2] P. Kundur, 'Power System Stability and Control, McGraw Hill, United States of America, (1994).
[3] R. Mihalic and I. Papic, "Static Synchronous Series Compensator-A Mean for Dynamic Power Flow Control in Electric Power Systems," Electrical Power System Research vol. 48, pp. 65-72, 1998.
[4] Y. H. Song and A. T. Johns, Flexible AC Transmission Systems, IEE London, T.J.I Ltd. 1999.
[5] B. Mwinywiwa, B. Lu, B. T Ooi, F. D. Galiana and G..Joos, "Multiterminal UPFC for Power System Deregulation." IEEE Proc. 2000.
[6] Gyugyi L, "Unified Power Flow Control concept for flexible transmission system", IEE proceedings-C, pp 323 – 331, and Volume: 139, Jul 1992

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

INVERSE DESIGN OF A 5.8 GHZ/5.9 GHZ ANTENNA FOR ELECTRIC VEHICLE APPLICATIONS: A RANDOM FOREST ALGORITHM APPROACH

Res. Asst. Elanur Ekici
Adana Alparslan Turkes Science and Technology University
eekici@atu.edu.tr – 0000-0003-1919-5576
Asst. Prof. Dr. Duygu Nazan Gençoğlan
Adana Alparslan Turkes Science and Technology University
dngencoglan@atu.edu.tr – 0000-0001-5014-9514
Assoc. Prof. Dr. Tahsin Köroğlu
Adana Alparslan Turkes Science and Technology University
tkoroglu@atu.edu.tr – 0000-0002-6587-3529

ABSTRACT

In this study, the proposed antenna structure based on the decagon, hexagon, and square shapes are initially analyzed the antenna performance parameters for 5.8 or 5.9 GHz electric vehicle (EV) applications. The main aim of this study is to investigate the efficacy of the inverse design methodology for 5.8 GHz/5.9 GHz EV applications. The overall dimension of the proposed antenna is calculated as $18 \times 18 \times 1.6$ mm^3. Rogers 5880 with the permittivity of 2.2 is utilized as substrate material. The substrate material thickness of the proposed antenna is used for parametric analysis. Thus, the dataset for the random forest algorithm approach is simulated based analysis. The proposed dataset contains 4004 instances with seven attributes. Among seven attributes, one is utilized for the output parameter namely substrate thickness, which are 0.25 mm, 0.5080 mm, 0.7870 mm, 1.5750 mm, respectively. 80% of the dataset is selected as train process and remains are attained for test procedure. The evaluation metrics are obtained as Correlation Coefficient (CC) of 0.9991, Mean Absolute Error (MAE) of 0.0075, Root Mean Squared Error (RMSE) of 0.0222. The evaluation metrics indicate that the proposed method is particularly beneficial for inverse design, as it allows the researchers and scientists to reliably determine substrate thickness with minimal error, potentially reducing the need for further optimization.

Keywords: Inverse antenna design, electrical vehicle application, random forest algorithm.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. INTRODUCTION

Antennas play a crucial role in enabling various wireless communication and power transfer technologies in electric vehicles (EVs) (Kotchapansompote et al., 2011; Wang et al., 2023; Bai, 2023). These antennas need to be compact, robust, and able to operate effectively despite the complex electromagnetic environment within a vehicle (Iigusa et al., 2012, Luo et al., 2020). One key application of antennas in EVs is wireless power transfer (WPT) for charging the vehicle's battery (Wang et al., 2023; Bai, 2023). Researchers have proposed various antenna designs, such as collinear arrays and dipole antennas, to enable efficient wireless charging of EVs while the vehicle is stationary or even in motion (Bai, 2023, Oshima & Hirayama, 2019). The magnetic coupling between the transmitting and receiving antennas is critical for maximizing the power transfer efficiency (Wang et al., 2023; Bai, 2023). In addition to wireless charging, antennas in EVs are used for various communication purposes, including vehicle-to-vehicle (V2V), vehicle-to-infrastructure (V2I), and vehicle-to-everything (V2X) communications (Luo et al., 2020; Abbas et al., 2013; Yacoub et al., 2021; Cheng et al., 2019). These antennas need to provide reliable, high-bandwidth, and omnidirectional coverage to enable safety, infotainment, and autonomous driving applications (Abbas et al., 2013; Yacoub et al., 2021; Cheng et al., 2019). Researchers have explored techniques such as antenna diversity, beamforming, and the use of metamaterials to enhance the performance of these communication antennas (Daghari & Sakli, 2020; Abbas et al., 2013). The integration of antennas into the vehicle's structure is a significant challenge due to the complex electromagnetic environment created by the vehicle's metal body, electronic components, and other on-board systems (Luo et al., 2020; Ma, 2023, Le & Miao, 2022). Researchers have investigated techniques such as the use of finite reactive surface ground planes, electromagnetic band-gap structures, and conformal printing to mitigate the effects of the vehicle's surroundings on antenna performance (Schaffner et al., 2007; Le & Miao, 2022). Another important consideration is the antenna's size and form factor, as it needs to be compact and aesthetically pleasing to be integrated into the vehicle's design (Iigusa et al., 2012; Yacoub et al., 2021; Kim et al., 2013). Researchers have explored the use of techniques like microstrip antennas, dielectric resonator antennas, and 3D printing to develop small, low-profile antennas for EV applications (Yacoub et al., 2021; Kim et al., 2013; Radha et al., 2020).

Inverse design of antennas using machine learning algorithms, particularly random forest, has gained significant attention in recent years (Sumit et al., 2022; Ranjan et al., 2023). Random forest is a popular ensemble learning algorithm that combines multiple decision trees to improve the accuracy and robustness of antenna design (El-kenawy et al., 2022; Jain, 2023). One of the key advantages of using random forest for inverse antenna design is its ability to handle complex, nonlinear relationships between antenna parameters and performance characteristics (Montaser & Mahmoud, 2017; Ranjan et al., 2023). Traditional antenna design often relies on time-consuming electromagnetic simulations and trial-and-error approaches. Random forest, on the other hand, can learn these relationships from data and provide fast, accurate predictions of antenna performance (Shakya, 2023; Ranjan et al., 2023). Several studies have demonstrated the effectiveness of random forest for inverse antenna design. Ranjan

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

et al. (2023) used random forest regression to expedite the design of a cylindrical dielectric resonator antenna, achieving good agreement between the predicted and simulated results. Sumit et al. (2022) employed random forest and other machine learning algorithms to optimize a dielectric resonator-based mm-Wave MIMO antenna for 5G applications. Furthermore, random forest has been combined with other optimization algorithms to enhance the inverse design process. El-kenawy et al. (2022) proposed an ensemble model that integrates random forest with support vector machines to predict the bandwidth and gain of metamaterial antennas. Jain et al. (2023) used random forest, K-nearest neighbor, and extreme gradient boosting to accurately predict the return loss of a 5G antenna. The flexibility and robustness of random forest make it a suitable choice for inverse antenna design, particularly when dealing with complex, multivariate problems. By leveraging the algorithm's ability to capture nonlinear relationships and handle high-dimensional data, researchers have been able to streamline the antenna design process and achieve improved performance (Sumit et al., 2022; Ranjan et al., 2023).

In summary, the development of antennas for EVs is a multifaceted challenge that requires addressing issues related to wireless power transfer, communication, electromagnetic compatibility, and integration into the vehicle's design. Researchers have proposed various innovative antenna designs and techniques to address these challenges and enable the seamless integration of wireless technologies in EVs (Kotchapansompote et al., 2011; Zhou et al., 2016). The use of random forest algorithms for inverse design of antennas has shown promising results, allowing for faster, more accurate antenna optimization compared to traditional methods. The integration of random forest with other optimization techniques further enhances the capabilities of this approach, making it a valuable tool in the field of antenna engineering.

Research Gap: The references highlight the potential of using machine learning algorithms for inverse antenna design (Maged et al., 2021; Abishek, 2023). While these studies demonstrate the effectiveness of machine learning for antenna design in general, more research is needed to explore the application of these techniques specifically for antenna design in EV applications. Additionally, the references discuss the use of antennas for various communication purposes, such as V2V, V2I, and V2X, as well as for wireless power transfer (Michel et al., 2022; Saini & Singh, 2014; Yalduz & Cizmeci, 2023; Ibrahim et al., 2022). However, there is a need for research that explores the integration of both communication and sensing functionalities within a single antenna system for EVs, to enable more comprehensive and efficient vehicle-related applications.

Novelty and Contribution: The references highlight the potential of using machine learning techniques, particularly random forest, for the inverse design of antennas (Maged et al., 2021; Abishek, 2023). While these studies demonstrate the effectiveness of random forest for antenna design in general, there is a lack of research specifically exploring the application of this technique for the inverse design of antennas with the given input parameters (reflection coefficient, VSWR, real and imaginary parts of impedance) and output parameter (substrate thickness) in the context of electric vehicles (EVs).

By addressing this research gap, the proposed study can contribute to the development of more efficient and optimized antenna design techniques for EV applications, leveraging the advantages of machine learning algorithms like random forest. This can lead to improved wireless communication and power transfer capabilities in EVs, ultimately enhancing their overall performance and integration.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Antenna Design and Analysis

The proposed antenna structure is given in Figure 1. The overall dimension of the antenna is 18 × 18 × 1.6 mm^3 as shown in Figure 1. The antenna is designed on the Rogers 5880 with the permittivity of 2.2.

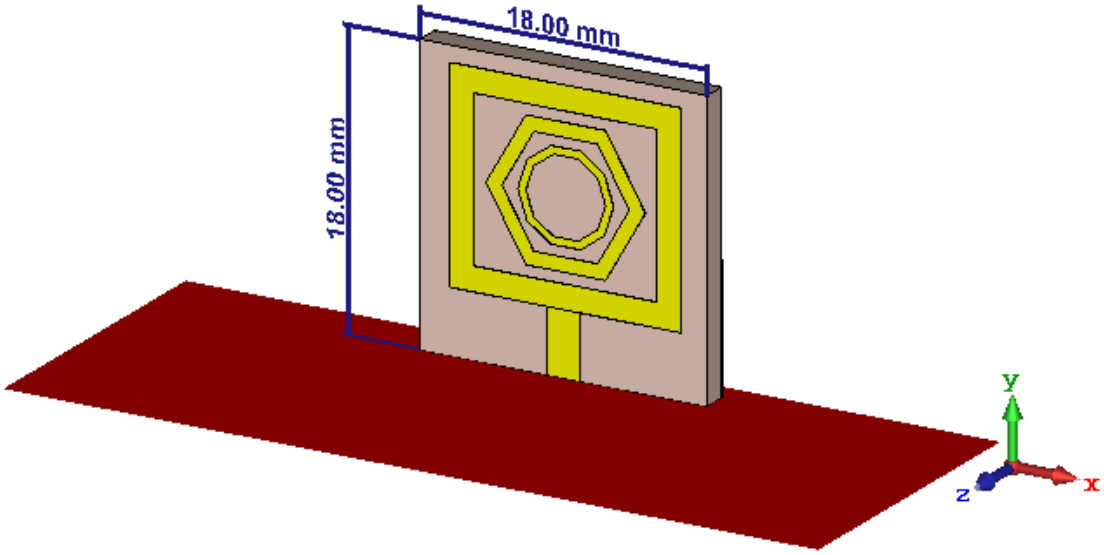


Figure 1. The designed and proposed antenna structure

2.2. Dataset for Inverse Antenna Design

The proposed antenna structure is investigated along with the antenna performance parameters including frequency, S11 Real, S11 Imag, Z11 Real, Z11 Imag, VSWR.The parametric analysis is also studied with respect to the different substrate thickness to obtain the optimal thickness values. The substrate thickness values are selected as 0.2520 mm, 0.5080 mm, 0.7870 mm, and 1.5750 mm, respectively. Table 1 is also detailed the inputs and outputs of the dataset.

Table 1. The inputs and outputs for the dataset.

	INPUTS						**OUTPUTS**
	Frequency	S_{11} Real	S_{11} Imag	Z_{11} Real	Z_{11} Imag	VSWR	Thickness
Number of instances	4004	4004	4004	4004	4004	4004	4
Average	4	-0,428	0,099	12,99	7,02	18,04	0,7805

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3. SIMULATION RESULTS

The simulation results are given from Figure 2 to Figure 4.

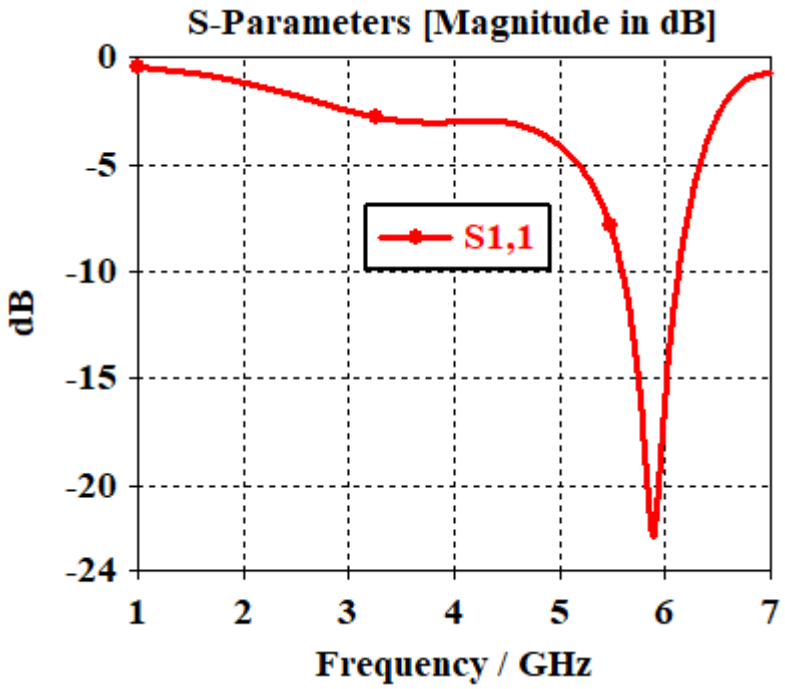


Figure 2. The reflection coefficient of the proposed antenna

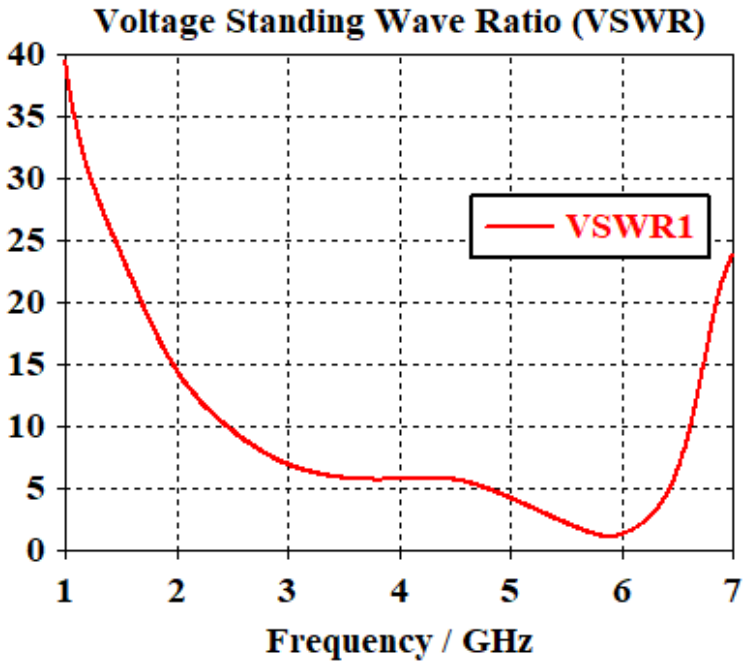


Figure 3. The VSWR of the proposed antenna

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

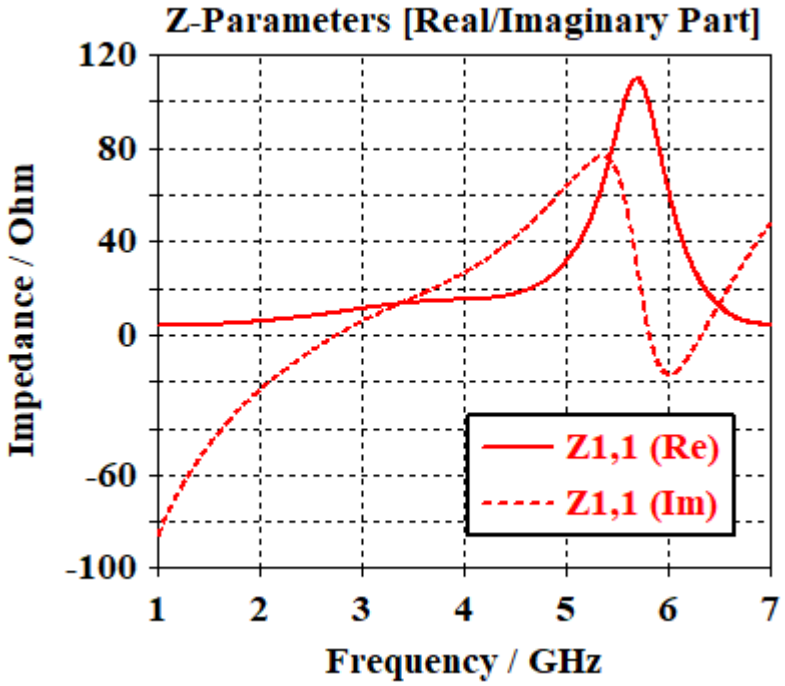


Figure 4. The impedance of the proposed antenna

The dataset was split into training (80%) and testing (20%) sets to assess model performance. Cross-validation is applied on the training set, where the data is divided into five folds, with four folds used for training and one for validation in each round. This process is repeated to minimize bias and prevent overfitting, allowing the model to learn the relationships between the features and substrate thickness across diverse subsets of the data. During training, the Random Forest model was iteratively refined to minimize prediction errors for substrate thickness. The model's performance is evaluated using metrics such as Mean Absolute Error (MAE) and Root Mean Squared Error (RMSE), providing insights into both the accuracy and reliability of the predictions. Table 2 reveals the performance metrics of the proposed design method along with random forest algorithm. These results suggest that the Random Forest model performs exceptionally well in predicting substrate thickness based on the provided electrical parameters. The high correlation coefficient, low error values, and low relative error percentages indicate that the model is both accurate and consistent. This level of accuracy is particularly beneficial for inverse design, as it allows you to reliably determine substrate thickness with minimal error, potentially reducing the need for further optimization.

Table 2. Performance metrics of random forest algorithm for this study

Correlation Coefficient	0.9991
Mean Absolute Error	0.0075
Root Mean Squared Error	0.0222

4. CONCLUSION

This study demonstrated the effective use of a Random Forest algorithm for the inverse design of a compact antenna tailored for 5.8 GHz and 5.9 GHz electric vehicle (EV) applications. Through a robust parametric analysis, a dataset comprising 4004 instances and seven attributes,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

including frequency, reflection coefficient (S_{11} Real and Imaginary), impedance (Z_{11} Real and Imaginary), and VSWR, is generated. Substrate thickness values were chosen as the target output parameter for inverse prediction, covering four discrete values: 0.2520 mm, 0.5080 mm, 0.7870 mm, and 1.5750 mm. The results validate the accuracy and reliability of the Random Forest model for inverse antenna design, achieving a Correlation Coefficient of 0.9991, Mean Absolute Error (MAE) of 0.0075, and Root Mean Squared Error (RMSE) of 0.0222. These high-performance metrics underscore the efficacy of Random Forest in capturing the nonlinear relationships between input electrical parameters and output substrate thickness with exceptional precision. The results also highlight the potential of leveraging machine learning algorithms, particularly Random Forest, for optimizing antenna designs in complex applications such as EVs. The ability to predict substrate thickness with minimal error not only accelerates the design process but also reduces the need for iterative simulations and manual optimizations. This study contributes to the advancement of antenna engineering by demonstrating the viability of an efficient, data-driven approach to inverse design. Future work might explore integrating additional features and machine learning models to expand the scope and applicability of the proposed methodology, including multi-objective optimization for simultaneous improvement of bandwidth, gain, and other performance parameters in EV antennas.

REFERENCES

Abbas, T., Karedal, J., & Tufvesson, F. (2013). Measurement-based analysis: The effect of complementary antennas and diversity on vehicle-to-vehicle communication. IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 12, 309-312.

Abishek, E., Subramaniam, R., Ramanujam, P., & Esakkimuthu, M. (2023). Low-profile Circularly Polarized Conformal Antenna Array with Side Lobe Suppression for Vehicular SATCOM Applications. The Applied Computational Electromagnetics Society Journal (ACES), 439-447.

Bai, S. (2023, November). Wireless power transfer technologies for electric vehicles: Principles, challenges and opportunities. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 2649, No. 1, p. 012065). IOP Publishing.

Cheng, Y., Lu, J., & Wang, C. (2019). Design of a Multiple Band Vehicle-Mounted Antenna. International Journal of Antennas and Propagation, 2019(1), 6098014.

Daghari, M., & Sakli, H. (2020). Antenna Radiation Performance Enhancement Using Metamaterial Filter for Vehicle to Vehicle Communications Applications. Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal (ASTESJ), 5(2), 344-350.

El-kenawy, E. M., Ibrahim, A., Mirjalili, S., Zhang, Y., Elnazer, S., & Zaki, R. M. (2022). Optimized ensemble algorithm for predicting metamaterial antenna parameters. Computers, Materials & Continua, 71(3), 4989-5003.

Gao, L., and Yi, M. (2022). Application of automobile antenna simulation in experimental teaching based on CST. Frontiers in Humanities and Social Sciences, 2(12), 216-223.

Iigusa, K., Li, K., Sato, K., & Harada, H. (2012). A compact Yagi-Uda antenna with a transmission line loaded for an ITS in-vehicle terminal in the UHF band. IEICE Communications Express, 1(7), 263-269.

Jain, R., Thakare, V. V., & Singhal, P. K. (2023). Employing Machine Learning Models to Predict Return Loss Precisely in 5G Antenna. Progress In Electromagnetics Research M, Vol. 118, 151-161.

Kim, J., Jang, J. Y., Ryu, G. H., Choi, J. H., & Kim, M. S. (2014). Structural design and development of multiband aero-vehicle smart skin antenna. Journal of intelligent material systems and structures, 25(5), 631-639.

Kotchapansompote, P., Wang, Y., Imura, T., Fujimoto, H., & Hon, Y. (2011, November). Electric vehicle automatic stop using wireless power transfer antennas. In IECON 2011-37th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (pp. 3840-3845).

Kumar, V., Pandey, A., Sharma, A., Ranjan, P., & Tripathi, R. (2022). Machine Learning Assisted Optimization of Dielectric Resonator based mm-Wave MIMO Antenna for 5G Communication Systems.

Luo, W., Chen, W., Feng, Y., & Yang, Y. (2020). A novel automobile antenna for vehicles communication of IoT systems in 5G network. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 2020(1), 218.

Ma, X., Sun, L., Tan, Y., Tian, Y., Ma, H., Shi, C., ... & Feng, J. (2023, December). Analysis of the test and evaluation method of vehicle radio antenna. In Third International Conference on Optics and Communication Technology (ICOCT 2023) (Vol. 12971, pp. 136-145).

Maged, M. A., Youssef, A., Newagy, F., El-Telbany, M., Gerguis, R. A., Abdulghany, N. M., ... & Zaky, Y. Y. (2022). Utilizing Vias and Machine Learning for Design and Optimization of X-band Antenna with Isoflux Pattern for Nanosatellites. Business Intelligence and Information Technology: Proceedings of the International Conference on Business Intelligence and Information Technology BIIT 2021 (pp. 796-804). Springer International Publishing.

Montaser, A. M., & Mahmoud, K. R. (2017). Antenna current optimization for optimal antenna design in different frequency bands using VSO-NM algorithm. International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering, 27(6), e21104.

Oshima, T., & Hirayama, H. (2019). Near-field wireless power transfer for moving vehicle using collinear array antenna. IEICE Communications Express, 8(12), 617-622.

Radha, S. M., Shin, G., Park, P., & Yoon, I. J. (2020). Realization of electrically small, low-profile quasi-isotropic antenna using 3D printing technology. IEEE Access, 8, 27067-27073.

Ranjan, P., Yadav, S., Gupta, H., & Bage, A. (2023). Design and development of machine learning assisted cylindrical dielectric resonator antenna.

Schaffner, J. H., Sievenpiper, D. F., Hsu, H. P., Colburn, J. S., & Talty, T. (2007, June). Antenna beam control using finite reactive surface ground planes for automotive windshield applications. In 2007 IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium (pp. 4521-4524).

Shakya, S. R., Kube, M., & Zhou, Z. (2024). A comparative analysis of machine learning approach for optimizing antenna design. International Journal of Microwave and Wireless Technologies, 16(3), 487-497.

Wang, R., Shi, Y., Wang, J., & Wang, Y. (2023, May). An Efficiency Optimization Strategy for Electric Vehicle Wireless Energy Transmission System. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 2488, No. 1, p. 012020). IOP Publishing.

Yacoub, A., Khalifa, M., & Aloi, D. N. (2021). Wide bandwidth low profile PIFA antenna for vehicular sub-6 GHz 5G and V2X wireless systems. Progress In Electromagnetics Research C, 109, 257-273.

Zhou, J., Huang, J., He, Q., Tang, B., & Song, L. (2016). Development and coupling analysis of active skin antenna. Smart Materials and Structures, 26(2), 025011.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ORGANIC AGRICULTURE IN THE SOLUTION OF CLIMATE CHANGE DUE TO GLOBAL WARMING

Assist.Prof.Dr., ZÜLEYHA ENDES EĞRİBAŞ

Selcuk University, Cumra School of Applied Sciences, Department of Organic Farming Management, Cumra, Konya, Turkey
zendes@selcuk.edu.tr-ORCID ID:0000-0001-9219-6941

ABSTRACT

Due to various reasons, the environment and atmosphere are polluted to a great extent with rapidly increasing greenhouse gases, and the warming tendency of the air is gradually increasing. Although some of the greenhouse gases are formed naturally, about 90% of them are formed as a result of human activities. Over the last 100 years, the global climate has warmed by about 0.5°C due to greenhouse gas emissions from anthropogenic activities. As a result, humanity is faced with the problem of global climate change. As a result of the destruction caused and still being caused by human beings, the composition of soil, water and air is significantly degraded. The share of methane emissions in total greenhouse gas emissions in Turkey is around 11-12%. The main sources of these emissions are agriculture, energy, waste and industry. Especially agricultural factors such as fertilisation, animal husbandry, paddy production, land clearing for agricultural purposes, deforestation and desertification are among the important sources of methane. For this reason, in reducing methane gas emissions from agricultural sources, we need to increase the spread of sustainable agricultural systems such as organic agriculture, which does not pollute the air, soil and water, does not harm human health, and has positive effects on climate change by reducing global warming. In order to meet all dimensions of sustainable agriculture and to ensure positive effects on climate change, organic agriculture should be carried out in accordance with the philosophy and principles of organic agriculture. For this purpose, in this article, the effect and application of organic agriculture on the reduction of greenhouse gas emissions from agricultural sources and the solution of global warming will be discussed.

Key words: Organic agriculture, Sustainable agriculture, Greenhouse gas emissions, Global warming, Climate change

INTRODUCTION

Global climate change is one of the leading environmental problems affecting the whole world in recent years. The most important cause of climate change is the increase in the emission of greenhouse gases in the atmosphere [1]. Greenhouse gases (GHG) pollute the environment and the atmosphere to a great extent and the warming tendency of the air is gradually increasing. The contribution of various human activities to global warming is 49% with energy use, 24% with industrialisation, 14% with deforestation and 13% with agriculture. Among these, the

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

amount of GHG emissions from agriculture is important [33]. Agriculture, forestry and land use sectors contribute to 13%-21% of global greenhouse gas emissions [25]. GHG emissions arise from direct or indirect factors [30]. Methane and nitrous oxide account for more than half of the total GHG emissions from agricultural sources emitted directly (paddy production and livestock, etc.) [4,16]. Worldwide, methane emissions are increasing at an alarming rate. The share of methane emissions in total GHG emissions in Turkey is around 11-12% [6]. Nitrous oxide emissions not only contribute significantly to the greenhouse effect but also to the depletion of stratospheric ozone. Nitrogen fertilisers and animal husbandry contribute 65-80% of total N_2O [8]. Indirect emissions arise from the conversion of non-agricultural land, such as forests, into agricultural land [28].
For this reason, sustainable agriculture systems such as organic agriculture, which do not pollute the air, soil and water, do not harm human health, reduce global warming and thus climate change, should become widespread in reducing the emission of GHG (methane, nitrous oxide, carbon dioxide, etc.) from agricultural sources. Organic agriculture should be practiced in accordance with the philosophy and principles of organic agriculture in order to meet all dimensions of sustainable agriculture and make positive contributions to climate change. For this purpose, in this article, the importance of organic agriculture in reducing agricultural GHG emissions and solving global warming and its effects on climate change will be discussed.

ORGANIC AGRICULTURE IN PREVENTING CLIMATE CHANGE

Agriculture is affected by climate change and climate change is affected by agriculture. The effects of agriculture on climate change due to global warming due to GHG emissions and the place and importance of organic agriculture in solving this problem are explained below.

1. Effects of Organic Agriculture in Preventing GHG from Agricultural Sources

1.1. Methane (CH_4)

About 2/3 of the total anthropogenic methane from agriculture is thought to originate from ruminants (enteric fermentation and treatment of animal waste), particularly from paddy fields, biomass burning and ruminants [35]. Ruminants contribute 16-33% to global greenhouse gas and anthropogenic methane emissions, respectively [9]. However, aerobic agricultural soils are recognised as sinks for atmospheric CH_4. Mineral nitrogen fertilisation has been shown to inhibit CH_4-oxidation in soils. Therefore, a lower N fertilisation level in organic farming may provide an advantage for CH_4-oxidation. However, no data on the effects of organic farming on methane emissions are available. Methane emissions from ruminants are probably not affected by organic production. However, the high number and low productivity of ruminants in organic farming may lead to slightly higher CH_4 emissions [13].

1.2. Nitrous dioxide (N_2O)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Almost 90 per cent of global atmospheric N_2O is formed during microbial transformation of nitrate (NO_3-) and ammonia (NH_4+) in soil and water. The contribution of agriculture to N_2O emissions in OECD countries is estimated to be 58 per cent [20]. The main source of N_2O emissions from agriculture is nitrogen fertilisers and livestock. N_2O emissions from soils result from the loss of mobile N. All types of N inputs (mineral and organic fertilisers, biologically fixed N, crop residues) as well as mineralisation of N compounds in soils rich in organic matter contribute to N_2O emissions. Especially high N_2O production in agricultural soils depends on the level of nitrogen fertilisation [8]. The prohibition of synthetic mineral nitrogen in organic farming and the replacement of soil fertility by green manuring, natural N fixation and organic fertilisers results in less N_2O emission. The reason for this: -Systemically lower N input -Lower N return from organic manure due to lower animal density - Higher C/N ratio of applied organic manure and less mineral nitrogen in the soil as a source for denitrification [31]. Permanent vegetation cover in organic systems enables more efficient uptake of mobile nitrogen in the soil, thereby reducing the potential and risk of N_2O emissions. Research shows that the elimination of synthetic nitrogen fertilisers alone, which are required in organic systems, could reduce direct global agricultural greenhouse gas emissions by about 20 per cent It also shows that chloropicrin, a widely used fumigant pesticide, can increase N_2O emissions by 700-800%. Two other fumigants (metam sodium and dazomet) are also known to significantly increase N_2O output. N_2O emissions are decreasing with organic farming practices that prohibit the use of synthetic pesticides [4].

1.3. Carbon dioxide (CO_2)

CO_2 emissions from the agricultural sector account for 21-25% of total CO_2 emissions (FAO, 2002). The use of fossil fuels for vehicles, transport, machinery and fertiliser production used in land cultivation and harvesting, and agricultural activities such as opening forest areas to agriculture, forest and stubble burning lead to CO_2 emissions [8]. Since fossil fuel-based fertilisers and synthetic pesticides are prohibited in organic farming, it has a significantly lower carbon footprint [4]. The principles of organic agriculture include protecting the soil structure, avoiding excessive cultivation of the soil, encouraging organic fertilisation instead of chemical fertilisers, protecting forest areas and preventing stubble burning. With improved environmental conditions and good land management in line with the principles of organic agriculture, it may be possible to temporarily or permanently change the disturbed balance and move to a new level that is considered stable (FAO, 2002).

2. Effects of Organic Agriculture in terms of Carbon Stocks

Conversion of natural vegetation to agricultural areas causes both a decrease in plant biomass and an increase in CO_2 as a result of decomposition of soil organic matter due to various agricultural practices such as fertilisation and irrigation [13].

It is aimed to limit the global temperature increase to 1.5ºC by 2050 and to achieve net-zero emission targets with carbon capture, utilisation and storage practices, which have found a wide

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

place in climate agreements, environmental commissions and energy future scenarios [21]. Natural or man-made systems that store carbon dioxide by absorbing it from the atmosphere are called carbon sinks. Forests are the most common type of sink. Other sinks include soil, peat, permafrost soil layers, ocean water and carbonate sediments in the deep ocean. Carbon sinks such as forests, soil and water are protected by sustainable agricultural practices such as organic farming. In addition, cumulative carbon storage can be provided by reducing carbon emissions as a result of obtaining energy from crop and plant. In organic agriculture, almost 70% of CO_2 comes from fuel consumption and machinery production, whereas in conventional agriculture, 75% of CO_2 emissions come from nitrogen fertilisers, feed and fuels [18]. In organic farming practices, CO_2 emissions per hectare are 48-66% lower than in conventional farming [13].

The main reasons for this difference with organic farming:

2.1. Protecting and increasing soil fertility with organic fertilisers: It has been observed that organic fertilisation (farmyard manure, green manure, compost, plant residues, etc.) in organic farming results in a significant gain in soil organic matter fertility compared to conventional farming [8,12,32]. Despite generally lower crop yields, crop productivity in organic farming yields almost the same return on organic matter as in conventional farming [17]. A 20% increase in soil organic matter as a result of organic farming is equivalent to an estimated 9 tonnes of carbon per hectare [12]. Recycling of plant residues such as manure, straw, etc., cover crops, crop rotation, minimum tillage, deforestation and energy-efficient crop production have all been estimated to increase soil carbon [29].

2.2. Not using synthetic fertilisers and synthetic pesticides: Less energy is used in organic farming. Energy use in organic agriculture is 20-30% lower than in conventional agriculture [26, 27]. With organic farming methods, the energy spent for the production of chemical fertilisers and pesticides is eliminated and the resulting energy resources and fossil fuel consumption are reduced. In this way, a 60-65% reduction in CO_2 emissions can be achieved by saving energy [17,31].

2.3.Growing energy-efficient plants: Natural nitrogen fixation in the soil can be achieved by growing legume crops instead of crops that require mineral nitrogen fertiliser [34].

2.4. Improving carbon sequestration in soil: In conventional agriculture, soil carbon levels decrease with agricultural land use [32]. Soil improvement practices, which form the basis of organic farming, also help to sequester more carbon in the soil compared to non-organic systems. Sustainable farming strategies, including recycling of organic matter, tightening internal nutrient cycles and reduced or no-tillage farming practices, can increase the amount of organic matter and reduce losses from the system [4].

3. Effect of Organic Agriculture on Prevention of Biomass Incineration

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Forest and stubble burning are among the most important agricultural activities that cause the release of greenhouse gases and global warming [2,7,22]. Biomass is not burnt in organic agriculture. This causes less CH_4, N_2O and CO_2 emissions [10,29].

4. Effects of Organic Agriculture in Soil and Water Resources Management

Soil and water management is the foundation of organic production. Organic farming systems are soil-based systems that care for the soil and surrounding ecosystems and provide support for species diversity while promoting nutrient cycling and reducing soil and nutrient losses. Organic farming promotes the increase of soil microorganisms to increase or maintain soil fertility and biological activity. Organic and sustainable production systems help to conserve water resources, increase water use efficiency, reduce the need for irrigation and help farmers improve water management. Organic agriculture will help the process of mitigating climate change due to global warming through better management, correct and effective use of soil and water [19].

5. Effects of Organic Agriculture on Biodiversity

Among the principles of organic agriculture is the protection and sustainability of biodiversity. All agricultural genetic resources, including insects and microorganisms, have been shown to increase with organic farming systems [14]. Wild flora and fauna in and around organic farms are more diverse and abundant than in conventional or integrated agriculture [11]. Promoting biodiversity through organic farming practices and strengthening community knowledge systems helps to increase the resilience of farming systems [15].

6. Effects of Organic Agriculture in Desertification

The degradation of drylands is called desertification. Desertification is caused by over-cultivation, overgrazing and deforestation and results in soil depletion and soil erosion. Desertification is associated with loss of biodiversity and contributes to global climate change through reduced carbon sequestration capacity and increased land surface albedo [5]. Strategies such as appropriate tillage and reclamation, irrigation, combating soil and water pollution, afforestation, rehabilitation of degraded forests, techniques, methods and soil conservation are being developed in areas affected by desertification to prevent soil corrosion and increase the resilience of ecosystems through organic farming and good agricultural practices.

7. Impact of Organic Agriculture on Deforestation

Deforestation is the conversion of forests into agricultural land, livestock grazing, urbanisation or destruction by fire. Deforestation increases the amount of dark-coloured surface and as a result, incoming solar radiation is absorbed rather than reflected. Due to the destruction of forests for various reasons, trees and plants that capture and store carbon dioxide are decreasing. Organic agriculture reduces global climate change by contributing to the protection of forests that act as natural carbon sinks [13].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

8. Effects of Organic Agriculture in Increasing Resilience

Organic farms need to create healthy, resilient soils and crops that will enable them to better adapt to a changing climate. Organic farming, which offers organic fertilisers to maintain or improve soil health, biological methods for disease and pest control, natural inputs instead of fossil fuel-based inputs, plays an important role in reducing pressure on climate. Organic farming increases resilience by increasing the ability to retain soil water and natural nutrients found in healthy soils. Organic farming increases water infiltration by 15-20% by continuously increasing the organic matter in the soil over time, replenishing groundwater reserves, helping crops to perform well in extreme weather conditions such as frost, drought and floods, and making them more resilient and adaptable to stress factors [4].

CONCLUSION

As a result, organic agriculture has the potential to reduce agricultural greenhouse gas emissions as well as enabling resilience and adaptation of ecosystems to the effects of climate change. However, in order to meet all dimensions of sustainable agriculture and to prevent climate change due to greenhouse gas emissions, organic agriculture should be carried out in accordance with the following philosophy and principles;

1. Organic agriculture prevents global warming by prohibiting or limiting the use of fossil fuel-based fertilisers and synthetic pesticides, reducing energy and fossil fuel consumption for chemical fertiliser and pesticide production. In this context, fertiliser management should be given importance, the use of anaerobic digesters should be made widespread and biogas obtained from animal and plant organic residues should be used in energy production.
2. Sustainable management of meadows and pastures, crop rotation practices and reclamation of degraded soils should be ensured in order to reduce emissions through approaches that will increase the carbon sink capacity of biodiversity and natural areas.
3. In order to increase the organic matter of the soil, which is one of the important carbon sinks, various methods such as on-farm inputs (organic fertilisers, planting of leguminous plants, cover crops and plant residues and compost use, crop rotations), reduction of fallow areas, prevention of stubble burning, minimum tillage, afforestation should be used.
4. In preventing desertification, strategies such as appropriate and minimum tillage, prevention of water waste and effective irrigation, protection of soil and water resources, afforestation, rehabilitation of degraded forests should be developed. 5. Organic agriculture promotes ecological resilience, enhanced biodiversity, healthy management of the environment and relies on the knowledge and strength of the community. Therefore, it should not be forgotten that organic agriculture can be effective in increasing the adaptive capacity of farmers adversely affected by climate change. 6. It is necessary to determine the risks arising against climate change in paddy production and to reduce methane emission with effective irrigation methods by supporting organic 7. The use of feed formulations that reduce methane production (feeding with legume feed crops) should be encouraged in animal nutrition. 8. In order to

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

make a positive contribution to climate change, energy consumption should be reduced not only in the production phase but also in the organic food chain (processing and packaging, storage, heating/cooling limitations, life cycle and food life cycle assessment, etc.). 9. It is vital for governments to help farmers adopt good agricultural practices, such as organic farming, which significantly reduce dependence on fossil fuels, and for governments to develop measures to guarantee crops in the face of a changing climate, from extreme weather events to heat stress and uncontrollable fires.

REFERENCES

[1] Akın, G. 2006. Küresel Isınma, Nedenleri ve Sonuçları. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi 46, 2 (2006) 29-43. [2] Akman, Z. 2015. Anız (ı) Yakma. Dergi Ayrıntı, 3(32):7- 10. [3] Anonymous. 2022a. How livestock farming affects the environment. www.downtoearth.org.in. (accessed on10 February 2022). [4] Anonymous. 2022b. Organic Agriculture Helps Solve Climate Change. https://www.nrdc.org/bio/lena-brook/organic-agriculture-helps-solve-climate-change. (accessed on June 9, 2022). [5] Anonymous. 2023. Desertification. https://www.greenfacts.org/en/desertification/l-3/7-climate-change-biodiversity-loss.htm. [6] Anonymous. 2024. Metan ve İklim Değişikliği: Türkiye Bağlamında Bir Değerlendirme. https://airqoon.com/tr/kaynaklar/metan-ve-iklim-degisikligi-turkiye-baglaminda-bir-degerlendirme. [7] Bayraç, N. H., ve Doğan, E. 2016. Türkiye'de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi,11(1): 23- 48. [8] Bockisch, F.J. 2000. Bewertung von Verfahren der ökologischen und konventionellen Produktion im Hinblick auf den Energieeinsatz und bestimmte Schadgasemissionen Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 211. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig. [9] Boran, Ö. and Serbester, U. 2022. Ruminantlarda Metan Salınımı Azaltma Stratejileri ve Ölçüm Yöntemleri. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology 10(5):853-860. [10] Cerit, O. 2012. Hava Kirliliği ve Küresel Isınma. Çevre Mühendisliğine Giriş Ders Notları. Retrieved 18, 2018 from http://cerit.cumhuriyet.edu.tr/ders/cmg/hafta_6/HavaKirliligiVeKureselIsinma. [11] Chandra Khana, R. 2009. Climate Change and Organic Agriculture. Journal of Food Agriculture and Environment. DOI: 10.3126/aej.v10i0.2136. [12] Drinkwater, L.E., Wagoner, P. and Sarrantonio, M. 1998. Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. Nature, 396: 262-264. [13] FAO. 2002. Organic agriculture, environment and food security. Environment and Natural Resources Service Sustainable Development Department. https://www.fao.org/4/y4137e/y4137e00.htm#TopOfPage. [14]

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

FAO. 2007. https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/0576c3d0-fe53-4804-bf0d-7edd4785d8b5/content. [15]
FAO. 2008. Organization. Organic agriculture and climate change. Retrieved on Jan 10, 2009.http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4137E/y4137e02b.htm#89.
[16] FAO. 2020. Emissions due to agriculture. Global, regional and country trends 2000 2018 Report. FAOSTAT Analytical Brief Series. Vol. 18. Rome. p. 2. ISSN 2709-0078. [17] Haas, G. and Köpke, U. 1994. Vergleich der Klimarelevanz ökologischer und konventioneller Landbewirtschaftung. Studie (H) im Auftrag der Enquetekomission des Deutschen Bundestages Schutz der Erdatmosphäre. Karlsruhe, Economica Verlag. [18]
Haas, G., Geier, U., Schulz, D.G. and Köpke, U. 1995. Klimarelevanz des Agrarsektors der Bundesrepublik Deutschland: Reduzierung der Emission von Kohlendioxid. Berichte über Landwirtschaft, 73: 387-400. [19]
Hasan, W., Gupta, S., Rawat, D, Pandey, A. And Singh, C. 2024. Organic Farming Practices for the Management of Soil and Water. Sustaining Soil and Water Quality in Changing Climate (pp.201-239). [20]
IPCC. 2001. Intergovernmental Panel on Climate Change Revised guidelines for national greenhouse gas inventories. Paris, France OECD. [21]
Kayhan, D. Y. 2023. 21. yüzyılın enerji kaynaklarının enerji dönüşümü çerçevesinde değerlendirilmesi. MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni 36, 51-65
[22] Kılıç, Ş., Doğan, K., and Görücü Keskin, S. 2013. Yanlış arazi kullanımı ve anız yakma sorununa çözüm önerileri. Adnan Menderes Üniversitesi Tralleis Elektronik Dergisi, 1, 36-44.
[23] Köpke, U. 1999. Welchen Beitrag kann der Ökologische Landbau für eine Landbewirtschaftung der Zukunft leisten? Öffentliches Hearing der Bundestagsfraktion von Bündnis 90 / Die Grünen am 19.5.1999 in Bonn. Eigenverlag des Instituts für Organischen Landbau, Bonn 1999. [24]
Krav. 2008. Project Description for the Project ‘Standards for Climate Marking of Foods’. Version 2.0, 15 February 2008. Available at Web site http://www.krav.se/Global/ projektbeskrivning%202.0_EN.pdf (verified 20 October 2009).
[25] Nabuurs, G.J., Mrabet, R., Abu Hatab, A., Bustamante, M. 2022. Agriculture, Forestry and Other Land Uses (AFOLU), Chapter 7, Climate Change: Mitigation of Climate Change. p. 750. doi:10.1017/9781009157926.009. [26]
Pimentel, D., P. Hepperly, J. Hanson, D. Douds and R. Seidel, 2005. Environment, Energy, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems. Bioscience 55(7): 573-582. [27]
Pimentel, D., 2006. Impacts of Organic Farming on the Efficiency of Energy Use in Agriculture, An Organic Center State of Science Review. 25,June,2008. [28]
Sarkodie, S. A., Ntiamoah, E.B., Dongmei, L. 2019. Panel heterogeneous distribution analysis of trade and modernized agriculture on CO2 emissions: The role of renewable and fossil fuel energy consumption. Natural Resources Forum. 43 (3): 135–153. doi:10.1111/1477-8947.12183. ISSN 1477-8947. [29] Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O’Mara, C. Rice, B. Scholes, O. Sirotenko. 2007. Agriculture. In Climate Change, 2007: Mitigation. Contribution of

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter8.pdf [30] Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., De Haan, C. 2006. Livestock's long shadow: environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the UN. ISBN 978-92-5-105571-7. Archived from the original (PDF) on [31] Stolze, M., Piorr, A., Häring, A., Dabbert, S. 2000. The environmental impacts of organic farming in Europe. Organic farming in Europe, 6, Stuttgart, University of Stuttgart-Hohenheim. [32] Tilman, D.1998. The greening of the green revolution. Nature 396(6708):p 211-212, November19,1998. [33] Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G. 2000. Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara. [34] Valenzuela, H. 2023. Ecological Management of the Nitrogen Cycle in Organic Farms. Nitrogen 2023, 4, 58–84. https://doi.org/10.3390/nitrogen4010006. [35] Watson, R.T., Zinyowera, M.C. and Moss, R.C. 1996. Technologies, policies and measures for mitigating climate change. (available at www.gcrio.org/ipcc/techrepI/toc.html) US Global Change Research Information Office (GCRIO) Columbia University, New York.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ÜZÜM VE NAR ÇEKİRDEĞİ UNUNUN MAKARNA ÜRETİMİNDE KULLANIMI VE KALİTE PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Dr. Öğretim Üyesi, Ali CİNGÖZ
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
ali.cingoz@gop.edu.tr - 0000-0003-0958-2679

ÖZET

Önemli tahıl ürünlerinden birisi olan makarna birçok ülkede tüketilmektedir. Gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde karbonhidrat kaynağı olarak tüketilmektedir. Buğday irmiğine suyun karıştırılıp yoğrulması ardından da şekil verilip kurutulması sonucu elde edilen makarnaların birçok çeşidi mevcuttur. Bu çalışmada üzüm ve nar çekirdekleri yağsızlaştırılıp öğütüldükten sonra 3 farklı oranda (% 5.0, 10 ve 15) makarna üretiminde kullanılmıştır. Üretilen makarnaların kimyasal (kurumadde, kül, protein), teknolojik (pişme suyuna geçen kurumadde, pişme süresi, ağırlık artışı), renk ve fonksiyonel (toplam fenolik madde ve toplam antioksidan kapasite) parametreleri belirlenmiştir. Üzüm ve nar çekirdeği tozu ilavesi makarna örneklerinin kül içeriklerini arttırmış, protein içeriğini ise düşürmüştür. Teknolojik özelliklerini ise olumlu yönde etkilemiştir. Pişme süresi ve pişme suyuna geçen kurumadde miktarı azalmış, ağırlık artışı ise yaklaşık %32 oranında artmıştır. Üzüm ve nar çekirdeği tozu ilavesi makarna örneklerinin toplam fenolik madde içeriğini ve toplam antioksidan kapasite düzeyini arttırmıştır. Duyusal açıdan değerlendirilen makarna örneklerinde %5 düzeyine kadar nar çekirdeği ve %10 düzeyine kadar üzüm çekirdeği ilavesinin genel beğeni düzeyini düşürmediği ve tat ve lezzette olumsuzluğa neden olmadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak makarnaların zenginleştirilmesinde üzüm ve nar çekirdeği tozunun makaranın besinsel ve fonksiyonel özelliklerini iyileştirdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üzüm çekirdeği, Nar Çekirdeği, Makarna, Fonksiyonel

THE USE OF GRAPE AND POMEGRANATE SEED FLOUR IN PASTA PRODUCTION AND ITS EFFECT ON QUALITY PARAMETERS

ABSTRACT

Pasta, one of the most important cereal products, is consumed in many countries. It is consumed as a source of carbohydrates in underdeveloped and developing countries. There are many types of pasta, which are made by mixing water with wheat semolina, kneading, shaping and drying. In this study, grape and pomegranate seeds were defatted and ground and used in pasta production at 3 different ratios (5.0, 10 and 15 %). Chemical (dry matter, ash, protein),

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

technological (dry matter transferred to cooking water, cooking time, weight gain), colour and functional (total phenolic content and total antioxidant capacity) parameters of the pasta produced were determined. The addition of grape and pomegranate seed powder increased the ash content and decreased the protein content of the pasta samples. The technological properties were positively influenced. The cooking time and the amount of dry matter transferred to the cooking water decreased and the weight gain increased by about 32%. The addition of grape and pomegranate seed powder increased the total phenolic content and the total antioxidant capacity of the pasta samples. It was found that the addition of pomegranate seeds up to 5% and grape seeds up to 10% did not reduce the overall flavour level and had no negative effect on the taste and flavour of the sensory evaluated pasta samples. It was concluded that grape and pomegranate seed powder improved the nutritional and functional properties of pasta.

Keywords: Grape Seed, Pomegranate Seed, Pasta, Functional

1. GİRİŞ

Gıda sektörünün ortaya çıkan kök, yaprak, çekirdek ve kabuk gibi atıklar genellikle hayvan yemi yada gübre olarak kullanılmaktadır. Bu tip atıklardan katma değeri yüksek ürün üretimi ile ilgili çalışmalar araştırmacıların dikkatini çekmektedir (Ashoush ve Gadallah, 2011). Türk gıda kodeksi makarna tebliğine göre makarna, buğday irmiğine suyun karıştırılıp yoğurulması ardından da şekil verilip kurutulması sonucu oluşan gıda maddesidir. Genellikle *Tr. durum* buğdayı kullanılmakla birlikte *Tr. aestivum* buğdayının sert olan türleri de tercih edilebilmektedir (Elgün & Ertugay, 1995). Günlük kalori ihtiyacının önemli bir kısmı tahıl ve tahıl ürünlerinden sağlanmaktadır (Kalkan ve ark., 2020).

Dünyanın önemli üretim ve tüketim istatistiklerine sahip olan üzüm önemli meyvelerden birisi olup genellikle sofralık olarak tüketilmektedir. Ayrıca farklı gıda sektörlerinde temel hammadde durumundadır. Bu sektör dallarında oluşan üzüm artıklarından biriside çekirdek kısmı olup önemli düzeyde fonksiyonel bileşikler içermektedir (Kalyas & Ürkek, 2020). Nar ekşi, meyve suyu ve şarap üretimde kullanılan kıymetli bir meyvedir. Başta gıda sanayi olmak birçok alanda kullanım alanına sahip olan narın üzümde olduğu gibi önemli atıkları (çekirdek) açığa çıkmaktadır (Yücetepe, 2020).

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Makarna üretiminde kullanılan irmik ticari bir makarna firmasından (Golda, Türkiye) üzüm ve nar çekirdeği yerel bir firmadan (Naturdan, Türkiye) temin edilmiştir. Analizlerde kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıktadır.

2.2. Üzüm ve Nar çekirdeği tozlarının yağsızlaştırılması

Üzüm ve nar çekirdeklerine 1:3 oranında hekzan ilave edilmiş ve 1 saat manyetik karıştırıcıda karıştırılmış, ardından çözgen uzaklaştırılmış ve bu işlem 3 defa tekrarlanmıştır. Ekstraksiyon

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

sonunda örnekler 60°C'lik hava akımlı etüvde nem içeriği %10'nun altına düşene kadar kurutulmuş ve makarna üretiminde kullanılmıştır.

2.3. Makarna üretimi

Makarna üretiminde kullanılan reçete Çizelge 1'de gösterilmektedir. Makarnalar laboratuvar tipi ekstrüder ile üretilmiştir. Üretilen makarnalar 60°C'de %75 nisbi nemde 8 saat kurutulmuştur.

Çizelge 1. Makarna üretim reçetesi

Bileşenler	Miktar
İrmik	100 (g)
Su	30 (mL)
Üzüm çekirdeği tozu	%5, 10 ve 15
Nar çekirdeği tozu	%5, 10 ve 15

2.4. Makarna analizleri

Kimyasal analizler:

Rutubet ve kül içerikleri gravimetrik olarak (AACC, 2004), protein içerikleri mikro kjeldahl yöntemi ile (AOAC, 2000) belirlenmiştir.

Teknolojik analizler:

Makarna örneklerinin pişme süresi, suya geçen kurumadde miktarı TS 1620'ye göre yapılmıştır (TSE, 2024). Ağırlık artış miktarı; 100 g makarna optimum pişirilme süresinde pişirilerek suyu süzülmüş ve tartılarak, pişmemiş makarna ağırlığının çıkarılmasıyla % olarak hesaplanmıştır. Pişmemiş makarna örneklerinin renk analizi için Minolta CR-400 Chromometer renk analiz cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

Fonksiyonel analizler:

Toplam fenolik madde tayini: Analiz 2 N Folin-Ciocalteu fenol ayıracı kullanılarak Singleton ve Esau (1969) tarafından tanımlanan yönteme göre belirlenmiş ve sonuçlar "gallik asit eş değeri" olarak hesaplanmıştır.

DPPH radikal süpürme aktivitesi: DPPH (2.2 diphenly-1-picrylhydrazyl) yöntemiyle antioksidan kapasite tayini Brand-Williams ve ark. (1995) tarafından belirtilen yönteme göre yapılmış ve sonuçlar "trolox eşdeğeri" cinsinden verilmiştir.

Duyusal analiz:

Duyusal analiz 30-55 yaş aralığında 12 panelist ile gerçekleştirilmiştir. Panelistlere renk, koku, tad, kümeleşme, çiğnenebilirlik ve genel beğeni düzeyini 5'lik hedonik skala ile değerlendirmeleri istenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Birçok ülkede sevilerek tüketilen makarnaların zenginleştirilmesi ya da güçlendirilmesi ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Çalışmada üretilen makarna örneklerinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2'de gösterilmektedir. Nar ve üzüm çekirdeği tozu ilavesi örneklerin

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

kurumadde içeriklerinde değişime neden olmazken, kül içeriklerini %0.99'dan üzüm çekirdeği tozu ilavesinde %1.46'ya, nar çekirdeği tozu ilavesinde %1.43'e kadar yükseltmiştir. Üzüm ve nar çekirdeği tozlarının protein içerikleri irmiğin protein içeriğine göre daha düşük seviyede olmasından dolayı makarnaların % protein içeriklerinde azalma meydana geldiği tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Makarna örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

Örnekler	Kurumadde (%)	Kül (%)	Protein (%)
Kontrol	92.08±0.14	0.99±0.11	12.88±0.18
% 5 ÜÇT	91.45±0.08	1.32±0.04	12.80±0.04
% 10 ÜÇT	91.12±0.18	1.39±0.08	12.71±0.06
% 15 ÜÇT	90.90±0.12	1.46±0.11	12.60±0.09
% 5 NÇT	91.23±0.11	1.27±0.09	12.91±0.08
% 10 NÇT	91.36±0.12	1.35±0.12	12.72±0.12
% 15 NÇT	91.88±0.21	1.43±0.14	12.53±0.13

Makarna örneklerinin teknolojik analiz sonuçları Çizelge 3'de sunulmuştur. Tüketiciler açısından kimyasal ve besinsel özelliklerinin iyileştirilmesinin yanında teknolojik özelliklerinde istenilen düzeylerde kalması arzu edilmektedir. Makarnalar için kritik öneme sahip pişme süresi 8.13 dk'dan 7.36 dakikaya düşmüştür. Makarnaların besin içeriklerinin özellikle de suda çözünen kısımlarının kaybının azaltılması önem arz etmektedir. Kontrol örneğinde %13.20 olan pişme suyuna geçen kurumadde miktarı üzüm çekirdeği tozu ilavesi ile %11.90'a, nar çekirdeği tozu ilavesi ile %11.75'e kadar düşmüştür. Çekirdeklerin yapısında bulunan selüloz gibi lifli yapılar buna neden olmaktadır. Kuru makarnaların pişme sonrası kazandığı hacim ağırlık artışı ile de doğru orantılıdır. Kontrol örneğinde %201.12 olan % ağırlık artışı çekirdek tozu ilavesi ile %245.21'e kadar yükselmiştir. Bu duruma çekirdeklerde bulunan selüloz gibi yapıların yüksek su tutma kapasitesinin neden olduğu bilinmektedir.

Çizelge 3. Makarna örneklerinin teknolojik analiz sonuçları

Örnekler	Pişme Süresi (dk)	Pişme suyuna geçen kurumadde (%)	Ağırlık Artışı (%)
Kontrol	8.13±0.18	13.20±0.18	201.12±5.45
% 5 ÜÇT	7.91±0.08	12.77±0.18	215.43±4.58
% 10 ÜÇT	7.82±0.11	12.32±0.14	231.12±4.47
% 15 ÜÇT	7.53±0.10	11.90±0.21	245.21±3.02
% 5 NÇT	7.80±0.11	12.41±0.14	211.21±4.45
% 10 NÇT	7.55±0.10	12.02±0.06	220.24±3.41
% 15 NÇT	7.36±0.13	11.75±0.11	229.12±3.40

Makarna örneklerinin renk analiz sonuçları Çizelge 4'de gösterilmektedir. Makarnaların renkleri tüketicilerin alışık olduğu kehribar sarı renkte ve parlak bir yapıdadır. Renk ile ilgili bu alışkanlığın değiştirilmesi çok mümkün olmadığından üretilen makarnaların renklerinin kontrol örneğine benzemesi önem arz etmektedir. Makarna üretiminde çekirdek tozu kullanımı L* ve b* değerinde kısmi bir azalmaya, a* değerinde ise artışa neden olmuştur.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 4. Makarna örneklerinin renk analiz sonuçları

Örnekler	L*	a*	b*
Kontrol	77.23±0.66	0.96±0.04	24.78±0.34
% 5 ÜÇT	75.54±0.65	1.26±0.10	23.71±0.11
% 10 ÜÇT	73.18±0.41	2.02±0.08	23.10±0.18
% 15 ÜÇT	72.21±0.82	2.58±0.11	22.24±0.22
% 5 NÇT	74.58±1.04	1.69±0.14	23.45±0.08
% 10 NÇT	73.12±0.72	1.98±0.08	22.84±0.10
% 15 NÇT	71.32±0.66	2.48±0.11	22.08±0.11

Makarna örneklerini fonksiyonel analiz sonuçları Çizelge 5'de gösterilmektedir. Örneklerin toplam fenolik madde içeriklerinde ve toplam antioksidan kapasite değerlerinde önemli düzeyde artış tespit edilmiştir. Kontrol örneğinde 99.12 mg GE/100 g olan toplam fenolik madde içeriği ÜÇT ilavesinde 199.25'e, NÇT ilavesinde 178.68 mg GE/100 g'a yükselmiştir. Benzer bir durum DPPH kapasitesinde de belirlenmiş olup kontrol örneğinde 27.23 µmol TE /100 g olan değer 63.24 µmol TE /100 g'a kadar yükselmiştir.

Çizelge 5. Makarna örneklerinin fonksiyonel analiz sonuçları

Örnekler	Toplam Fenolik Madde mg GE/100 g	Toplam Antioksidan Kapasite (DPPH) µmol TE /100 g
Kontrol	99.12±2.14	27.23±0.33
% 5 ÜÇT	123.45±3.41	32.41±0.22
% 10 ÜÇT	155.14±5.63	38.16±0.18
% 15 ÜÇT	199.25±6.02	44.25±0.33
% 5 NÇT	117.47±3.23	40.02±0.74
% 10 NÇT	146.33±3.78	51.13±0.64
% 15 NÇT	178.68±4.44	63.24±0.53

4. SONUÇ

Bu çalışmada atık ürünler olan üzüm ve nar çekirdekleri kurutularak toz haline getirilmiş ve makarnaların zenginleştirilmesinde 3 farklı oranda kullanılmıştır. Üretilen makarnaların kimyasal, teknolojik ve fonksiyonel özellikleri irdelenmiştir. Makarna üretiminde çekirdek tozu kullanımı kül içeriğinde artışa protein içeriğinde ise azalmaya neden olmuştur. Teknolojik özelliklerinde ise pişme süresini düşürmüş, ağırlık artışına ise pozitif katkı yapmıştır. Üzüm ve nar çekirdeği tozu ilavesi makarnanın besinsel ve fonksiyonel içeriğini iyileştirmiş ve toplam fenolik madde ve toplam antioksidan kapasitelerinde artışa neden olmuştur. Bu çalışma atıkların değerlendirilmesi amacıyla makarnanın zenginleştirilmesinde ve fonksiyonel içeriğinin iyileştirilmesinde çekirdek belirli oranlara kadar kullanılabileceğini göstermektedir.

KAYNAKÇA

AACC (2004). Aapproved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 11th Edition.

AOAC (2000) Official Method. Association of Official Agricultural Chemists, by the United States Department of Agriculture.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Ashoush, I.S., Gadallah, M.G.E., (2011). Utilization of mango peelsand seed kernels powders as sources of phytochemicals inbiscuit. World J. Dairy Food Sci. 6 (1), 35–42.

Elgün, A. & Ertugay, Z. (1995). Tahıl işleme teknolojisi. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi

Kalkan, S., Otağ M.R., Köksal, E.İ., Bozkurt, N.Ş. (2020). Production of functional Turkish noodle (Erişte) supplementary probiotic and determining of some quality properties. *Food and Health, 6*(3), 140-150. DOI: 10.3153/FH20015.

Kalyas, A., & Ürkek, B. (2020). Siyah üzüm çekirdeği tozunun yoğurtların bazı fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, *9*(2), 353-362.

TSE (2024). Türk standartları enstitüsü

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. (1995).Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie/Food Science and Technology, 28: 25-30.

Singleton VL and Esau P (1969). Phenolic substances in grapes and wine and their significance. Advance in Food Research, 282 p. Academic Pres. New York.

Yücetepe, M. (2020). Nar çekirdeğinden protein tozu üretimi ve nar çekirdeği yağının mikroenkapsülasyonunda kullanımı (Doctoral dissertation).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

MEŞE PALAMUDU UNUNUN GLUTENSİZ TARHANA ÜRETİMİNDE KULLANIMI VE KALİTE PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Dr. Öğretim Üyesi, Ali CİNGÖZ
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
ali.cingoz@gop.edu.tr - 0000-0003-0958-2679

ÖZET

Meşe palamudu biyoaktif madde bakımından zengin, önemli minör ve majör mineral maddeleri ve vitaminleri içeren bir orman ürünüdür. Protein ve nişasta içeriği yüksek olan meşe palamudu insan tüketimine uygun bir gıda maddesidir. Çölyak, bilinen tıbbi bir tedavisi olmayan ve ömür boyu sıkı bir glutensiz diyete bağlı kalan önemli bir enteropatidir. Yüksek düzeyde protein, lif, vitamin, mineral ve mikro bileşenlere, iyi bir amino asit dengesine sahip olan meşe palamudu glutensiz ürünlerde kullanılabilinmektedir. Tarhana, en eski geleneksel Türk fermente tahıl-yoğurt karışımlarından biridir. Bu çalışmada 4 farklı oranda meşe palamudu unu (%10, 30, 50 ve 100) ve karragenan gam (KG) ve guar gam (GG) ilave edilerek glutensiz tarhana üretimi gerçekleştirilmiş ve üretilen tarhanaların kimyasal, besinsel, fonksiyonel ve duyusal özellikleri belirlenmiştir. Meşe palamudu unu tarhana örneklerinin protein ve kül içeriklerinde artışa neden olmuştur. Ayrıca tarhana örneklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitelerini arttırmıştır. Meşe palamudu unu ilavesi tarhanaların L* değerinde düşmeye neden olduğu belirlenmiştir. Glutensiz tarhanalarda yaşanan kıvam sorunu hidrokolloid ilavesi ile azaltılmaya çalışılmış ve örneklerin viskozite değerleri tespit edilmiştir. %30 ve %50 meşe palamudu unu ilave edilen tarhanalar tat, aroma ve genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanı almıştır. Çalışma glutensiz tarhana üretiminde meşe palamudu ununun %50 düzeyine kadar kullanım imkanı olduğunu, tarhanaların besinsel özelliklerinin iyileştiğini ve duyusal yönden kabul edilebilir düzeyde bulunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel, Glutensiz, Meşe palamudu, Tarhana

THE USE OF ACORN FLOUR IN THE PRODUCTION OF GLUTEN-FREE TARHANA AND ITS EFFECT ON QUALITY PARAMETERS

ABSTRACT

Acorns are a forest product rich in bioactive compounds and contain important minor and major minerals and vitamins. With a high protein and starch content, acorns are suitable for human consumption. Celiac disease is a serious enteropathy with no known medical cure and requires lifelong adherence to a strict gluten-free diet. Acorns are high in protein, fibre, vitamins, minerals and trace elements and have a good balance of amino acids and can be used in gluten-free products. Tarhana is one of the oldest traditional Turkish fermented cereal

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

yoghurt blends. In this study, gluten-free tarhana was prepared by adding acorn flour (10, 30, 50 and 100%) and carrageenan gum (KG) and guar gum (GG) at 4 different ratios and the chemical, nutritional, functional and sensory properties of tarhana were determined. Acorn flour increased the protein and ash content of tarhana samples. It also increased the total phenolic content and antioxidant capacity of tarhana samples. The addition of acorn flour was found to decrease the L* value of the tarhana samples. The viscosity values of the samples were determined and an attempt was made to reduce the consistency problem in gluten-free tarhana by adding hydrocolloid. Tarhana samples with 30% and 50% acorn flour were the best in terms of taste, flavour and general acceptability. The study shows that acorn flour can be used up to 50% in the production of gluten-free tarhana, the nutritional properties of tarhana are improved and the sensory properties are acceptable.

Keywords: Functional, Gluten-free, Acorn, Tarhana

1. GİRİŞ

Yaklaşık 600 türü bulunan Fagaceae familyasına ait bir ağaç türü olan meşe palamudu nişasta, yağ ve proteinin yanı sıra oleik ve linoleik asit, B grubu vitaminler ve mineral maddeler ve biyoaktif maddeler içermektedir (Li ve ark., 2015; Rybicka ve Gliszczyńska-Świgło, 2017; Vinha ve ark., 2016; Makhlouf ve ark., 2018; Taib ve Bouyazza, 2021). Meşe palamudu meyveleri polifenoller, gallik asit ve tanenler gibi biyolojik olarak aktif bileşikler içerir. Bu nedenle fonksiyonel gıdaların hazırlanmasında katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Gezici, 2019). Meşe palamudu unu kullanılarak yapılan çalışmalar literatürde mevcuttur. Meşe palamudu unu ekmek, kurabiye, glutensiz bisküvi, pandispanya, erişte, kahve bgibi farklı ürün geliştirme çalışmalarında kullanılmıştır (Korus ve ark., 2017; Torabi ve ark., 2020; Ajo, 2018; Gonzaga ve ark., 2015; Molavi ve ark., 2015; Rashid ve ark., 2014; Zhang ve ark., 2021). Vücut sistemini etkileyen önemli belirtileri olan çölyak hastalığının bilinen bir tedavisi bulunmamakla birlikte glutensiz beslenme zorunluluğu bulunmaktadır. Glutensiz beslenen tüketicilerin birçoğu ürün çeşitliliğinin az olmasından ve lezzet eksikliğinden bahsetmektedir (Catassi ve Fasano, 2008; Caio ve ark., 2019). Bu çalışma meşe palamudu ununun glutensiz tarhana üretiminde kullanımına odaklanmıştır.

2. MATERYAL METOT

2.1. Materyal

Çalışmada ana materyal olarak meşe palamudu unu kullanılmıştır. Meşe palamutları Tokat ilinde ormanlardan toplanmış, kabuklarından ayrıldıktan sonra yüksek hızlı öğütücü ile un haline getirilmiştir. Tüm hammaddeler +4°C'de depolanmıştır. Kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıktadır.

2.2. Yöntem

2.3. Tarhana üretimi

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Tarhana üretiminde kullanılan reçete Çizelge 1'de sunulmuştur. Tarhana üretiminde hammaddeler bir araya getirilip 30 dk yoğrulduktan sonra hamurlar 5-8 mm kalınlığında inceletilmiş ve 3 gün boyunca fermantasyona bırakılmıştır. Fermente tarhana hamuru kurutulduktan sonra öğütülerek kullanılıncaya kadar -18°C'de depolanmıştır.

Çizelge 1. Tarhana üretiminde kullanılan reçete

Hammaddeler	**Miktar**
Mısır unu	400 g
Meşe palamudu unu	Mısır unu ile yer değiştirme esasına göre (%10, 30, 50 ve 100)
Yoğurt	200 g
Salça (32 brix)	40 g
Su	200-350 mL
Soğan	60 g
Tuz	16 g
Kırmızı toz biber	8 g
Nane	8 g
Maya	10 g
Hidrokolloid (Karregenan gam (KG) ve guar gam (GG))	%1

2.4. Kimyasal analizler

Rutubet ve kül içerikleri gravimetrik olarak (AACC, 2004), protein içerikleri mikro kjeldahl yöntemi ile (AOAC, 2000) belirlenmiştir. Su aktivitesi 20°C'ye ayarlanmış AquaLab (Model Series 3TE) su aktivitesi cihazı kullanılarak ölçülmüştür (Hughes ve ark., 2002). Tarhanaların su ve yağ tutma kapasiteleri Naczk ve ark. (1985) tarafından bildirilen yönteme göre belirlenmiştir.

2.5. Renk Analizi

Tarhana örneklerinin rengi kolorimetre (Minolta, CR-300, NJ, Amerika Birleşik Devletleri) kullanılarak ölçülmüştür (Singh ve ark., 2005).

2.6. Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analizleri

Örnek hazırlama amacıyla 2 g örnek ve 10 ml %50'lik metanol içerisinde 10 dk ultrasonik su banyosunda bekletilmiştir. Ardından 15 dk mekanik çalkalayıcıda çalkalanmış ve 8500 rpm'de de 20 dk santrifüj edilmiştir. Berrak kısım alınarak analiz edilinceye kadar -18°C'de depolanmıştır (Singleton ve Esau, 1969).

Toplam fenolik madde tayini: Analiz 2 N Folin-Ciocalteu fenol ayıracı kullanılarak Singleton ve Esau (1969) tarafından tanımlanan yönteme göre belirlenmiş ve sonuçlar "gallik asit eş değeri" olarak hesaplanmıştır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

DPPH radikal süpürme aktivitesi: DPPH (2.2 diphenly-1-picrylhydrazyl) yöntemiyle antioksidan kapasite tayini Brand-Williams ve ark. (1995) tarafından belirtilen yönteme göre yapılmış ve sonuçlar "trolox eşdeğeri" cinsinden verilmiştir.

2.7. Viskozite Ölçümü

20 g tarhana örneği 200 mL su ile karıştırılmış ve orta ateşte 12 dakika boyunca sürekli karıştırılarak kaynatılmıştır. Daha sonra çorbanın viskozitesi bir viskozimetre (IKA Rotavisc me-vi, Seul, Kore) ile 100 rpm'de 60°C adresinde Mil no:5 kullanılarak ölçülmüştür (Bayrakçı ve Bilgiçli, 2015).

2.8. Duyusal analiz

Tarhana örneklerinde duyusal değerlendirme 25-60 yaş aralığında 14 panelist ile gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirme de renk, tat ve aroma, koku, kıvam, ağızda bıraktığı his ve genel beğeni özellikleri bakımından 1-5 puan aralığında hedonik skala kullanılarak değerlendirilmiştir (Watts ve ark., 1989).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Glutensiz tarhana örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2'de gösterilmektedir. Geleneksel ürünlerimizden bir tanesi olan tarhana yüksek besin içeriği ile ön plana çıkmaktadır. Çölyak hastalarının ve glutensiz beslenen bireylerin kısıtlı sayıda ürüne ulaşması nedeniyle glutensiz ürün çeşitliliği ile ilgili çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Tarhana üretiminde meşe palamudu unu kullanımın örneklerin kuru madde içeriklerinde değişime neden olmadığı, kül içeriğinde ise artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Tarhana gibi toz örneklerin önemli özelliklerinden birisi de su ve yağ tutma kapasiteleridir. İçeriğinde çözünmez diyet lifi barındıran meşe palamudu unu ilavesi örneklerin yağ tutma kapasitesini %101.32'den %138.13'e, su tutma kapasistesini ise %184.41'den %222.34'e yükselttiği belirlenmiştir.

Çizelge 2. Tarhana örneklerinin kimyasal bileşimi ve teknolojik özellikleri

	Kurumadde (%)	Kül (%)	Su Aktivitesi	Yağ tutma (%)	Su tutma (%)
KONTROL	95.13±0.22	2.45±0.26	0.116±0.004	101.32±3.46	184.41±2.23
%10 MPU	94.88±0.13	2.52±0.11	0.118±0.003	112.49±1.36	192.60±3.47
%30 MPU	94.92±0.15	2.63±0.09	0.120±0.002	114.65±0.89	198.46±0.32
%50 MPU	95.02±0.08	2.75±0.17	0.121±0.001	121.16±2.47	209.47±2.11
%100 MPU	95.03±0.16	2.94±0.16	0.119±0.005	138.13±1.63	222.34±1.65

Renk tüketicilerin bir ürünü seçmesinde temel kriterlerinden birisidir. Örneklerin renk değerleri Çizelge 3'de gösterilmektedir. Meşe palamudu unu ilavesi tarhanaların L*değerlerinde azalmaya neden olarak daha koyu bir renk almasına neden olmuştur. örneklerin a* değerleri artarken b* değerlerinde azalma meydana gelmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 3. Tarhana örneklerinin renk değerleri

	L*	a*	b*
KONTROL	64.18±0.88	10.16±0.89	32.12±1.46
%10 MPU	62.21±0.56	11.47±0.57	31.49±0.60
%30 MPU	59.87±0.16	12.64±0.32	30.08±0.54
%50 MPU	57.45±1.04	13.25±0.71	29.27±0.23
%100 MPU	54.12±1.11	14.44±0.36	27.24±0.21

Tarhana örneklerinin fonksiyonel bileşimi Çizelge 4'de gösterilmiştir. Besin içeriği zayıf olan glutensiz ürünlerde fonksiyonel bileşimi zenginleştirmek için farklı bileşenler kullanılmaktadır. Meşe palamudu unu yüksek fenolik madde ve fonksiyonel bileşenler ile ön plana çıkmaktadır. Fonksiyonel bileşen bakımından zengin meşe palamudu ununun tarhana üretiminde kullanımı toplam fenolik madde ve toplam antioksidan kapasite miktarlarında önemli artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Tarhana gibi çorba olarak tüketilen ürünlerde kıvam önemli kalite kriterlerinden birisidir. Glutensiz ürünlerde genellikle karşılaşılan düşük kıvam sorununu çözmek için hidrokolloid ilavesi yapılmaktadır. İçerisinde çözünür ve çözünmez diyet lifleri içeren meşe palamudu unu ilavesi tarhanaların vizkozite değerini 988 cp'den 1465 cp'ye kadar yükseltmiştir.

Çizelge 4. Tarhana örneklerinin fonksiyonel bileşimi

	Toplam Fenolik (mgGA/100 g)	Toplam Antioksidan Madde (DPPH) (µMtroloxeşdeğer/100 g)	Viskozite (cp)
KONTROL	166.32±2.46	21.13±0.24	988±12
%10 MPU	177.41±4.02	22.57±0.36	1002±8
%30 MPU	192.54±5.81	24.06±0.64	1120±14
%50 MPU	211.10±6.28	26.87±0.24	1214±23
%100 MPU	230.08±4.48	31.69±0.32	1465±18

Glutensiz beslenen bireyler alışılmışın dışında bir tat ve aroma ile karşılaştıklarından daha lezzetli ürün arayışı içindedir. Meşe palamudu unu ilave edilerek üretilen tarhanaların duyusal özelliklerinde iyileşme meydana geldiği belirlenmiştir. En yüksek genel beğeni puanını %30 MPU ve %50 MPU ilaveli örneklerde tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Tarhana örneklerinin duyusal analiz sonuçları

	Tat ve Aroma	Renk	Koku	Kıvam	Genel Beğeni
KONTROL	3.45	2.89	3.11	3.04	3.12
%10 MPU	3.53	3.12	3.23	3.18	3.24
%30 MPU	4.01	3.45	3.70	3.43	3.93

%50 MPU	3.88	3.19	3.08	3.31	3.77
%100 MPU	3.12	2.88	2.68	3.11	3.08

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada doğada yetişen ve genellikle atık olarak kullanılan, insan beslenmesine uygun meşe palamutlarından un elde edilmiş ve elde edilen unlar glutensiz tarhana üretiminde kullanılmıştır. Üretilen tarhanaların kimyasal, vizkozite, fonksiyonel ve duyusal özellikleri tespit edilmiştir. Meşe palamudu unu ilavesinin glutensiz tarhanaların fonksiyonel ve vizkozite özelliklerini iyileştirdiği ayrıca besin içeriğini arttırmıştır. Yapılan bu çalışma glutensiz ürün çeşitliliğine katkı sağlamıştır. Ayrıca ilerde üretilecek glutensiz tarhanalar için önemli bir çalışma olma niteliği taşımaktadır.

.

KAYNAKÇA

AACC. Aapproved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 11th Edition. 2000.

Ajo, R. Y. (2018). Effect of acorn flour substitution on arabic bread properties. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, *55*(4).

AOAC. Official Method. Association of Official Agricultural Chemists, by the United States Department of Agriculture. 2000.

Bayrakçı HA, Bilgiçli N. 2015. Influence of resistant starches on chemical and functional properties of tarhana. Journal of Food Science and Technology, 52:5335-5340. https://doi.org/10.1007/s13197-014-1598-x

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. (1995).Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie/Food Science and Technology, 28: 25-30.

Caio, G., Volta, U., Sapone, A., Leffler, D. A., De Giorgio, R., Catassi, C., & Fasano, A. (2019). Celiac disease: a comprehensive current review. BMC medicine, 17, 1-20.

Catassi, C., & Fasano, A. (2008). Celiac disease. Gluten-free cereal products and beverages, 1-I.

Gezici, S. (2019). Anticancer, Antiproliferative and Lactate Dehydrogenase Enzyme Activities of Different Parts of Acorn (Quercus coccifera L.) against A549, MCF-7 and HeLa Human Cancer Cells. KSU J. Agric Nat 22(Suppl: 2): 374-381. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.v22i49454.580285

Gonzaga, M., Batista, M., Guiné, R., & Correia, P. (2015). Development and characterization of wheat breads with acorn flour. In *ICEUBI2015–International Conference of Engineering: Engineering for Society*.

Hughes MC, Kerry JP, Arendt EK, Kenneally PM, Mcsweeney PLH and O'neill EE (2002). Characterization of proteolysis during the ripening of semi-dry fermented sausages. Meat Science, 62: 205-216.

Korus, A., Gumul, D., Krystyjan, M., Juszczak, L., & Korus, J. (2017). Evaluation of the quality, nutritional value and antioxidant activity of gluten-free biscuits made from corn-acorn flour or corn-hemp flour composites. *European Food Research and Technology*, *243*, 1429-1438.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Li, S., Zhou, Y., Liu, M., Zhang, Y., & Cao, S. (2015). Nutrient composition and starch characteristics of Quercus glandulifera Bl. seeds from China. *Food Chemistry*, *185*, 371-376. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.147

Makhlouf, F. Z., Squeo, G., Barkat, M., Trani, A., & Caponio, F. (2018). Antioxidant activity, tocopherols and polyphenols of acornoil obtained from Quercus species grown in Algeria. *Food Research International*, *114*, 208-213. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.010

Molavi, H., Keramat, J., & Raisee, B. (2015). Evaluation of the cake quality made from acorn-wheat flour blends as a functional food.

Naczk, M., Diosady, L.L. ve Rubin, L.J., (1985). Functional properties of canola meals produced by a two-phase solvent extraction system. Journal of Food Science, 50, 1685-1692.

Rashid, R. M. S., Sabir, D. A., & Hawramee, O. K. (2014). Effect of sweet acorn flour of common oak (Quercus aegilops L.) on locally Iraqi pastry (kulicha) products. *J Zankoy Sulaimani*, *16*, 244-249.

Rybicka, I., & Gliszczyńska-Świgło, A. (2017). Minerals in grain gluten-free products. The content of calcium, potassium, magnesium, sodium, copper, iron, manganese, and zinc. *Journal of food composition and analysis*, *59*, 61-67. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.02.006

Singh, N., Kaur, M. ve Sandhu, K.S. Physicochemical and functional properties of freeze-dried and oven dried corn gluten meals. Drying Technology, 23, 975- 988, 2005.

Singleton VL and Esau P (1969). Phenolic substances in grapes and wine and their significance. Advance in Food Research, 282 p. Academic Pres. New York.

Taib, M., & Bouyazza, L. (2021). Composition, physicochemical properties, and uses of Acorn starch. *Journal of Chemistry*, *2021*, 1-9. https://doi.org/10.1155/2021/9988570

Torabi, S., Mohtarami, F., & Dabbagh Mazhary, M. R. (2020). The influence of acorn flour on physico-chemical and sensory properties of gluten free biscuits. JFST, 16(97).

Vinha, A. F., Costa, A. S. G., Barreira, J. C., Pacheco, R., & Oliveira, M. B. P. (2016). Chemical and antioxidant profiles of acorn tissues from Quercus spp.: Potential as new industrial raw materials. *Industrial Crops and Products*, *94*, 143-151. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.08.027

Zhang, Q., Yu, J., Li, K., Bai, J., Zhang, X., Lu, Y., ... & Li, W. (2021). The Rheological Performance and Structure of Wheat/Acorn Composite Dough and the Quality and In Vitro Digestibility of Its Noodles. *Foods*, *10*(11), 2727.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON SEAFOOD QUALITY

Prof. Dr. Abdurahman Polat

Çukurova University, Faculty of Fisheries
e-mail: apolat@cu.edu.tr
https://orcid.org/0000-0002-7381-2507

Dr. Ozan Can Polat

e-mail: ozancp41@gmail.com

https://orcid.org/0009-0002-8026-8711

ABSTRACT

As a result of the rapid increase in the world population and the decrease in land areas due to urbanization, animal production is insufficient to meet the current need. Seafoods, particularly fish, constitute an important alternative to meet food demand. However, the increase in temperature and acidity, variations in salinity due to global climate change seriously affect life in the oceans. The fact that global warming causes variations in the lipid and fatty acid content of plankton, which constitutes the first link of the food chain, shows that the food composition of fish through the food chain may also change. In this sense, physical and chemical changes in aquatic environments due to climate change may cause changes in the nutritional quality of aquatic organisms such as protein, lipid, fatty acids (eicosapentaenoic acid, 20:5ω3, EPA; docosahexaenoic acid, 22:6ω3, DHA; polyunsaturated fattya cids, PUFA), vitamins, minerals and other micronutrients as well as affecting aquaculture and fisheries. Recent studies have demonstrated that rising ocean temperatures increase heavy metal bioaccumulation in seafood suggests that seafood as a food source is at risk. In this study, the effects of global climate change on protein, fatty acid, vitamin and mineral composition and odour of seafoods are investigated and possible future risks are discussed.

Keywords: Seafood quality, EPA, DHA, fatty acids, global climate change, ocean warming

1. INTRODUCTION

The importance of seafoods in the nutrition of the growing world population is increasing and seafood is very important food source for more than 3 billion people, especially concentrated on the coasts. As the most important alternative to land-based meat production, seafood provides about 17% of the animal protein consumed worldwide [1]. It is thought that terrestrial agriculture will be insufficient for the world population, which is predicted to reach 9.6-12.3 billion by the end of the century [2, 3, 4, 5, 6], while the blue revolution and the importance of the marine ecosystem in human life will increase in the future. In addition to fish farming, it is stated that mollusc production, which has the lowest production cost and the least negative impact on the environment among animal productions, will become important [7, 8, 9, 10, 11].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

However, in recent years, it has been reported that factors such as climate change, overfishing, habitat degradation and environmental pollution may have significant negative impacts on fish and other seafood stocks, production and seafood quality worldwide.

2. INTERACTION BETWEEN CLIMATE CHANGE AND NUTRITIONAL QUALITY OF SEAFOODS

There are many studies suggesting that factors such as temperature increase, acidification and salinity changes in the oceans can significantly affect aquaculture production and nutritional quality. This is a major concern for world food security. Especially the increase in water temperature and acidification of seawater can have significant effects not only on fish stocks but also on the nutritional value of fish. The most important element of world food security is access to healthy food. The most important characteristics of healthy food are having sufficient protein, essential amino acids (lysine, methionine, phenylalanine, leucine, isoleucine, threonine tryptophan and arginine), essential fatty acids (especially polyunsaturated fatty acids, PUFA), vitamins and minerals [12, 13, 14]. It can be said that seafoods have extremely rich and sufficient content in terms of all these properties. Among these, omega 3 fatty acids, especially EPA (eicosapentaenoic acid, 20:5ω3) and DHA (docosahexaenoic acid, 22:6ω3) have a very special place. This is because human can not produce omega 3 fatty acids and must get them from food. DHA is a fatty acid that has extremely positive effects on human health such as neurological and cardiovascular functions, development, growth, immune system, cell metabolism, anti-inflammatory. EPA is also known to be very important for cell metabolism, neurological and cardiovascular functions, strengthening the immune system and development. These fatty acids are most abundant in seafood, especially fish. Fish provide an extremely valuable food source for humans by accumulating omega 3 fatty acids produced by phytoplankton, especially in marine environments. Phytoplankton (especially marine algae) in cool and cold regions tend to synthesize polyunsaturated fatty acids (PUFAs), especially DHA and EPA, known as long chain omega 3 fatty acids, to keep their cells more flexible and frost-resistant in the cold environment. For this reason, phytoplankton in cold regions have higher levels of omega 3 fatty acids such as DHA and EPA in their cell membranes, and the omega 3 content of fish increases within the framework of the “phytoplankton-zooplankton-fish” food chain. Algae in warmer regions tend to synthesize more saturated fatty acids. While saturated fatty acids are abundant in all kind of human food, polyunsaturated fatty acids (PUFA) such as EPA and DHA are found in limited amounts. Theoretically, one of the most tangible examples of the interaction between climate change and the nutritional quality of seafood is that :

Climate change ===> warming of oceans ===> less EPA and DHA production by phytoplankton ===> lower concentration of long-chain omega 3 fatty acids in seafoods ===> lower nutritional quality and odour of seafoods

Reduced production of essential fatty acids, phenolics and some valuable components with climate change is a serious risk to the nutritional quality of seafood. The possible effects of global climate change on the nutrient composition of seafoods have been evaluated by many researchers, usually through short-term laboratory studies or comparisons of previous studies, and some results have been obtained. These findings and evaluations are summarized below.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3. EFFECTS ON PROTEIN AND LIPID CONTENT

Protein derived from the word “proteios” (first in order, priority) are organic substances vital for life, formed by the combination of amino acids. They are the main source of body development, growth, tissue repair, hormone production and enzymes and participate in almost all metabolic events in the organism. Lipids are an important source of energy, fatty acids and fat-soluble vitamins in human food. Lipids and protein are one of the most important factors in the flavor of foods. Fatty acids act as a structural element and biologically active component in cell membranes and all other tissues. The effects of stress factors caused by climate change on these essential organic substances seriously affect the quality of seafoods. Lemasson et al. [15] investigated the responses of two commercially important oyster species (*Magallana gigas* and *Ostrea edulis*) to temperature and acidity increases under scenarios of 3°C temperature increase and atmospheric pCO2 increase (350-600 ppm, acidification) until the end of the century for a research period of 12 weeks. According to the results of the research, it was reported that oyster species will have lower protein, lipid and carbohydrate content at the end of the century, thus their nutritional quality will decrease. Wang et al. [16] investigated the effects of water temperatures of 20, 24 and 28 °C on the nutrient composition of sea bream (*Sander lucioperca*) and reported that the protein content of fish fed at 28 °C was significantly lower than those fed at 20 and 24 °C, but there was no change in lipid content. Studies in Atlantic salmon (*Salmo salar*) by Ornholt-Johansson et al. [17] and whelk (*Dicathais orbita*) by Tate et al. [18] showed that climate change-related stress factors caused protein ratio decreases of up to 50%. In environmental stress conditions, there may be an increase in protein catabolism and a disruption in protein synthesis and therefore a decrease in protein content. However, some studies have also found that the protein ratio does not change in some species [19, 20]. It is also thought that the responses of species to stress factors related to climate change may vary according to species and regions. The fact that the research conditions did not fully reflect the natural environment of fish that may have led to different results in some studies.

To date, 43.3% of scientific studies have concluded that climate change has altered the lipid content of seafood [21]. Tan et al. [22] examined the effects of global warming on the lipid and fatty acid contents of different bivalves from different regions by evaluating studies conducted between 1990 and 2020. The researchers reported that the most dramatic decreases in lipid and fatty acid (EPA, DHA, PUFA) contents due to global warming occurred in cool-temperate regions, while the effects were weak in other regions. Hixon and Arts [23] analyzed 952 fatty acid data collected from 6 different marine and freshwater plankton groups and found that temperature increase was an important factor in the decrease of long-chain omega 3 fatty acids (PUFA) and increase of omega 6 and saturated fatty acids. According to their linear regression model, 2.5°C increase in water temperature would cause 8.2% decrease in eicosapentaenoic acid (EPA) production and 27.8% decrease in docosahexaenoic acid (DHA) production. This study shows that the increase in temperature due to climate change, as mentioned earlier, may remarkably change the fatty acid composition of plankton, which is the main source of fatty acids for all aquatic products, and consequently the food quality of seafoods will decrease. In the study conducted on *Oncorhynchus tshawytscha* juveniles regarding the decrease in EPA and DHA production of plankton after future climate change and its reflection on fish, it was

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

revealed that high and low EPA and DHA levels in fish food affect the development and fatty acid composition of fish [24]. Zavorka et al. [25] also found that Atlantic salmon (*Salmo salar*) juveniles have a very limited capacity to maintain the fatty acid profile in their muscles and brains when fed diets containing insufficient omega 3. Tate et al. [18] and Valles-Regino et al. [26] investigated the factors caused by climate change under laboratory conditions and found decreases in lipid ratios. Abdel-Rahim et al. [27] investigated the effects of different salinity levels on protein and lipid ratios in juvenile meagre (*Argyrosomus regius*) and found higher protein and lower lipid ratios in the carcasses of fish fed at 24‰ salinity for 56 days compared to 8‰ salinity. In some laboratory scale studies, an increase in lipid ratios was reported [17, 28].

Although there are serious questions about the extent to which short-term laboratory-scale studies can replicate the natural environment in which fish live, these studies provide limited information about the effects of the factors studied. In the literature review, it is understood that polyunsaturated fatty acid (PUFA) content decreased in 48.7% of the species due to climatic stress factors (temperature increase, acidification, salinity changes, etc.) [21]. In some studies, it has been reported that PUFA in total fatty acids decreased by 3.2%-26.6%, and this decrease in DHA can be up to 29.4% [26, 29]. As a result, since one of the most important factors determining the quality of seafood is omega 3 fatty acids, a decrease in EPA and DHA content will naturally reduce the nutritional quality. The possibility of an increase in saturated and omega 6 fatty acids produced by plankton with the increase in temperature is an undesirable situation. Because one of the most important nutritional problems today is the overconsumption of saturated and omega 6 fatty acids. It is known that the ratio of "omega 3/omega 6" in an ideal human diet should be in the range of 1/1-1/5, whereas today it is 15/20 and even higher in some countries. In order to reduce this ratio to 1/1-1/5, it is very important not to reduce the omega 3 content of seafood.

4. EFFECTS ON VITAMIN AND MINERAL CONTENT

Vitamins and minerals that should be taken with food are extremely important for human health and balanced nutrition. The mineral and vitamin ingredients of food is one of the important factors determining the quality of food [19, 30, 31, 32]. Some of these, such as vitamin A, vitamin E, iron, calcium, zinc, are essential for cognitive function, development, oxygen transport, hormonal activity, metabolism and the immune system. There are billions of people, especially in underdeveloped and developing countries, who are malnourished with many micronutrients such as iron and zinc [33]. Shalders et al. [21] emphasized that changes in temperature, pH and salinity in the oceans cause decreases in macro and micro nutrients in seafoods. Lemasson et al. [15] reported that decreases in iron and selenium content of oysters in the increased water temperature (+3 °C) and acidity. In contrast, there are not many studies and data on vitamins. In future, potential decreases in beneficial micro minerals and vitamins in seafoods due to climate change are a serious problem for billions of people whose most important food source is seafood. Because there are many data on inadequate intake of some minerals such as iron, zinc and selenium in humans today.

5. EFFECTS ON HEAVY METALS

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Today, one of the most important risks of seafood in human nutrition is heavy metals such as mercury, copper, cadmium and chromium. This situation poses a significant risk especially in seafood caught from polluted areas. There are some findings that heavy metal bioaccumulation in seafood increases with rising ocean temperature (warming oceans) acd acidification due to the climate change. Lemasson et al. [15] found higher bioaccumulation of copper and some hevy metal groups in Pacific oysters (*Magallana gigas*) in the increased water temperature (+3°C) and acidity (350-500 ppm pCO2). It becomes difficult for oysters to detoxify the toxic minerals they ingest, especially in acidic environments, and therefore, they can accumulate in their bodies and reach harmful levels for humans [34]. Mercury is a neurotoxic heavy metal and an important factor in reducing food quality. Up to 80% of inorganic mercury from human activities and natural sources accumulates in the oceans and is converted to methyl mercury (MeHg) by microorganisms. Schartup et al. [35] evaluated the research on mercury accumulation in the seas due to temperature increase in an ecosystem modeling study covering 30 years and reported that mercury bioaccumulation in *cod (Gadus morhua*) and tuna (*Thunnus thynnus*) fish increased due to global warming. Maulvault et al. [36] conducted a 28-day experiment on mercury accumulation in juvenile sea bass (*Dicentrarchus labrax*) at standard temperatures of 18°C and 22°C, representing a possible 4°C temperature increase. They reported that mercury bioaccumulation in the brain, muscle and liver increased significantly with rising temperature. Tate et al. [18] reported that 2°C increase in water temperature significantly increased copper bioaccumulation in Australian whelk (*Dicathais orbita*). In summary, the decrease in beneficial micronutrients such as phenolics in seafood and the increase in some toxic minerals with climate change represent a potential decrease in the nutritional quality of seafood products and a significant risk for food safety in the future.

6. EFFECTS ON SENSORY QUALITY

The effects of climate change on the nutritional components of seafoods could theoretically affect the factors that make up sensory quality such as taste, aroma, odor and texture. Since components such as amino acids, fats, oils, fatty acids, vitamins and other micronutrients that provide sensory appeal to a food will be affected according to current data, it seems inevitable that sensory quality will also change. Dupont et al. [37] detected decreases in the appearance and taste scores of panelists in the environment in the increased acidity (study lasting 3 weeks at two different pHs (pH 8 and pH 7.5) at a temperature (11 °C) that can be considered extreme for shrimps (*Pandalus borealis*)) and reported that acidification caused by climate change negatively affected the sensory quality of shrimps. Lemasson et al. [38] reported that there was no difference in sensory quality (appearance, aroma, taste, general acceptability) in oysters (*Crassostrea gigas*) in an environment where temperature and acidity increased. Changes in the sensory quality of seafood products due to climate change may undoubtedly affect consumer preferences and cause negative impacts on the import and export of commercial products worldwide.

7. CONCLUSION

Seafoods, which constitutes the main food source of an important part of the world's population, is an excellent source of amino acids, fatty acids, minerals and vitamins, and changes in these

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

contents with climatic change seem to be one of the most important problems awaiting humans in the future. It is highly probable that climate change will cause changes in the lipid and fatty acid content of plankton, which constitutes the first link of the food chain, and will cause changes in the PUFA composition and other nutritional components of aquatic products in other links of the chain. It is also a serious risk that temperature increase may increase heavy metal bioaccumulation. It is of utmost importance that these possible changes are revealed on a regional and species basis using standardized scientific methods as much as possible. Because it is not possible to accurately evaluate all the research findings due to highly variable methodologies. In conclusion, current scientific findings show that climate change and changes in ocean conditions can have varying degrees of impact on the nutrient composition of seafood. Climate change will affect us not only through meteorological anomalies, but also by reducing the quality of food. The question of whether these exceptional properties of seafood, which are known as "natural and healthy foods" and recommended for people of all ages, will diminish over time is still unknown and there are projections that there may be serious negativities in this regard. Which of us would want to leave such a picture to future generations? Do we have the right to risk the life chances and nutritional quality of the next generations in our World ? If the answer to this question is no, we need to have an enlightenment, an awakening as soon as possible, and we need to slow down this cycle starting from somewhere, from something, starting with ourselves.

REFERENCES

[1] FAO, 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in Action. Retrieved from Rome.

[2] Gerland, P., Raftery, A. E., Ševčíková, H., Li, N., Gu, D., Spoorenberg, T., et al. 2014. World population stabilization unlikely this century. Science, 346, 234–237. doi: 10.1126 / science.1257469

[3] Campbell, B.M., Beare, D.J., Bennett, E.M., Hall-Spencer, J.M., Ingram, J.S.I., Jaramillo, F., Ortiz, R., Ramankutty, N., Sayer, J.A., Shindell, D. 2017. Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries. Ecology and Society, 22 (4).

[4] FAO, 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture 2014. Rome. 223 pp. Hilborn, R., Banobi, J., Hall, S.J., Pucylowski, T., Walsworth, T.E., 2018. The environmental costs of animal source foods. Frontiers in Ecology and the Environment, https://doi.org/10.1002/ fee.1822.

[5] Cooley, S.R., Lucey, N., Kite-Powell, H., Doney, S.C. 2012. Nutrition and income frommolluscs today imply vulnerability to ocean acidification tomorrow. Fish and Fisheries, 13 (2), 182–215. https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2011.00424.x.

[6] Delgado, C.L., Wada, N., Rosegrant, M.W., Meijer, S., Ahmed, M. 2003. Fish to 2020:Supply and Demand in Changing Global Markets, vol. 62. WorldFish.

[7] FAO, 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018-Meeting the Sustainable Development Goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[8] Tacon, A.G., Metian, M. 2013. Fish matters: importance of aquatic foods in human nutrition and global food supply. Reviews in Fisheries Sciences, 21 (1), 22–38. https://doi.org/ 10.1080/10641262.2012.753405

[9] Troell, M., Naylor, R.L., Metian, M., Beveridge, M., Tyedmers, P.H., Folke, C., Arrow, K.J., Barrett, S., Crepin, A.S., Ehrlich, P.R., Gren, A. 2014. Does aquaculture add resilience to the global food system? The Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 111 (37), 13257–13263.

[10] Froehlich, H.E., Runge, C.A., Gentry, R.R., Gaines, S.D., Halpern, B.S., 2018. Comparative terrestrial feed and land use of an aquaculture-dominant world. The Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 201801692.

[11] Hilborn,R., Banobi, J., J Hall,S., Pucylowski, T., Walsworth, T.E., 2018. The environmental cost of animal source foods , Frontiers in Ecology and the Environment, 16(6): 329–335, doi: 10.1002/fee.1822

[12] FAO, 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to Food Security and Nutrition for All. Rome: Food and Agriculture Organization.

[13] Polat, S., Terbiyik, T. 2013. Variations of planktonic chlorophyll-a in relation to environmental factors in a Mediterranean coastal system (İskenderun Bay, northeastern Mediterranean Sea). Sains Malaysiana, 42 (10), 1493-1499

[14] Özyurt, G., Polat, A. 2006. Amino acid and fatty acid composition of wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): a seasonal differentiation. European Food Research and Technology, 222, 316-320

[15] Lemasson, A.J., Hall-Spencer, J.M., Kuri, V., Knights, A.M., 2019. Changes in the biochemical and nutrient composition of seafood due to ocean acidification and warming. Marine Environmental Research, 143, 82–92. https://doi.org/10.1016/j.

[16] Wang, N., Xu, X., Kestemont, P. 2009. Effect of temperature and feeding frequency on growth performances, feed efficiency and body composition of pikeperch juveniles

(*Sander lucioperca*). Aquaculture, 289 (1–2), 70–73.

[17] Ornholt-Johansson, G., Frosch, S., Jorgensen, B.M. 2017. Variation in some quality attributes of Atlantic salmon fillets from aquaculture related to geographic origin and water temperature. Aquaculture, 479, 378–383. https://doi.org/10.1016/j.

[18] Tate, R.D., Benkendorff, K., Ab Lah, R., Kelaher, B.P. 2017. Ocean acidification and warming impacts the nutritional properties of the predatory whelk, *Dicathais orbita*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 493, 7–13.

[19] Coleman, M.A., Butcherine, P., Kelaher, B.P., Broadhurst, M.K., March, D.T., Provost, E.J., David, J., Benkendorff, K. 2019. Climate change does not affect the seafood quality of a commonly targeted fish. Global Change Biology, 25 (2), 699–707.

[20] Mamo, L.T., Benkendorff, K., Butcherine, P., Coleman, M.A., Ewere, E.E., Miranda, R.J., Wernberg, T., Kelaher, B.P. 2019. Resilience of a harvested gastropod, Turbo

militaris, to marine heatwaves. Marine Environmental Research, 151, 104769. https://doi.org/ 10.1016/ j.marenvres.2019.104769.

[21] Shalders, T.C., Champion, C., Coleman, M.A., Benkendorff, K. 2022. The nutritional and sensory quality of seafood in a changing climate. Marine Environmental Research, 176, 105590, https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2022.105590.

[22] Tan, K.S., Ransangan, J., Tan, K.A., Cheong, K.L., 2024. The impact of climate change on omega-3- long-chain polyunsaturated fatty acids in bivalves. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 64(31):11661-11671. doi: 10.1080/10408398.2023.2242943

[23] Hixson, S.M., Arts, M.T., 2016. Climate warming is predicted to reduce omega-3, longchain, polyunsaturated fatty acid production in phytoplankton. Global Change Biology, 22, 2744–2755. https://doi.org/10.1111/gcb.13295.

[24] Garzke J.,Forster, I., Graham , C., Costalago, D., Hunt, B.P.V., 2023. Future climate change-related decreases in food quality may affect juvenile Chinook salmon growth and survival. Marine Environmental Research, 191**,** 106171

[25] Závorka, L., Crespel, A., Dawson, N.J., Papatheodoulou, M., Killen, S.S., Kainz, M.J., 2021. Climate change-induced deprivation of dietary essential fattyacids can reduce growth and mitochondrial efficiency of wildjuvenile salmon. Functional Ecology, 35(9), DOI: 10.1111/1365-2435. 13860

[26] Valles-Regino, R., Tate, R., Kelaher, B., Savins, D., Dowell, A., Benkendorff, K., 2015. Ocean warming and CO2-induced acidification impact the lipid content of a marine predatory gastropod. Marine Drugs, 13 (10), 6019–6037.

[27] Abdel-Rahim, M.M., Lotfy, A.M., Toutou, M.M., Aly, H.A., Sallam, G.R., Abdelaty, B.S., Helal, A.M., 2020. Effects of salinity level on the survival, growth, feed utilization, carcass composition, haematological and serum biochemical changes of juvenile Meagre (*Argyrosomus regius*) (Asso, 1801) grown in ground saltwater. Aquaculture Research, 51 (3), 1038–1050.

[28] Trushenski, J.T., Schwarz, M.H., Bowzer, J.C., Gause, B.R., Fenn, T., Delbos, B.C., 2012. Temperature affects growth and tissue fatty acid composition of juvenile Atlantic spadefish. North American Journal of Aquaculture, 74 (3), 338–346.

[29] Ab Lah, R., Kelaher, B.P., Bucher, D., Benkendorff, K., 2018. Ocean warming and acidification affect the nutritional quality of the commercially-harvested turbinid snail *Turbo militaris*. Marine Environmental Research, 141, 100–108

[30] Özyurt, G., Polat, A., Loker, G.B., 2009. Vitamin and mineral content of pike perch (Sander lucioperca), common carp (*Cyprinus carpio*), and European catfish (Silurus glanis) Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences 33 (4), 351-356.

[31] Polat, S., Trif, M., Rusu, A., Šimat, V., Čagalj, M., Alak, G., Meral, R., Özogul, Y., Polat, A., Özogul., F., 2023. Recent advances in industrial applications of seaweeds. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 63, 21: 4979–5008.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[32] Polat, S., Özoğul, Y., 2009. Fatty Acid, Mineral and Proximate Composition of Some Seaweeds From The Northeastern Mediterranean Coast. Italian Journal of Food Science, 3, 21:317-324.

[33] Hicks, C.C., Cohen, P.J., Graham, N.A.J., Nash, K.L., Allison, E.H., D'Lima, C., Mills, D.J., Roscher, M., Thilsted, S.H., Thorne-Lyman, A.L., MacNeil, M.A., 2019. Harnessing global fisheries to tackle micronutrient deficiencies. Nature, 574 (7776), 95–98.

[34] Hawkins, C.A., Sokolova, I.M., 2017. Effects of elevated CO2 levels on subcellular distribution of trace metals (Cd and Cu) in marine bivalves. Aquatic Toxicology, 192, 251–264. https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2017.09.028.

[35] Schartup, A.T., Thackray, C.P., Qureshi, A., Dassuncao, C., Gillespie, K., Hanke, A., Sunderland, E.M., 2019. Climate change and overfishing increase neurotoxicant in marine predators. Nature, 572 (7771), 648–650. https

[36] Maulvault, A.L., Cust´odio, A., Anacleto, P., Repolho, T., Pous˜ao, P., Nunes, M.L., Diniz, M., Rosa, R., Marques, A., 2016. Bioaccumulation and elimination of mercury in juvenile seabass (*Dicentrarchus labrax*) in a warmer environment. Environmental Research, 149, 77–85.

[37] Dupont, S., Hall, E., Calosi, P., Lundve, B., 2014. First evidence of altered sensory quality in a shellfish exposed to decreased pH relevant to ocean acidification. Journal of Shellfish Research, 33 (3), 857–861.

[38] Lemasson, A.J., Kuri, V., Hall-Spencer, J.M., Fletcher, S., Moate, R., Knights, A.M., 2017. Sensory qualities of oysters unaltered by a short exposure to combined elevated pCO2 and temperature. Frontiers Marine Sciences, 4, 352

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ÇARKIFELEK (*Passiflora incarnata*) BİTKİSİNDE MORFOGENETİK VARYABİLİTEYE BAĞLI OLARAK KALİTE PARAMETRELERİNİN DEĞİŞİMİ

Arş. Gör. Dr., Aysel ÖZCAN AYKUTLU

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,

aysel.ozcan@erdogan.edu.tr - 0009-0001-0401-2071

Prof. Dr., Fatih SEYİS

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,

fatih.seyis@erdogan.edu.tr - 0000-0001-9714-370X

Dr. Öğr. Üyesi, Emine YURTERİ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,

emine.yurteri@erdogan.edu.tr - 0000-0002-3770-2714

ÖZET

Passiflora, tropik ve subtropik iklimlerde yetiştirilebilen, her dem yeşil, sarılıcı ve tırmanıcı bir bitki olup, zengin biyokimyasal içeriğe sahip olan meyveleri besleyici özelliktedir. Bitki bünyesinde çeşitli alkaloidler, vitaminler, mineraller ve polifenolik maddeler bulunmakla birlikte kuvvetli antioksidan aktivite sergilemektedir. Mevcut kalite parametrelerinin sağlığa faydalarına yönelik in vitro, in vivo ve klinik çalışmalar bulunmakta olup bitkiden elde edilen ekstreler tıpta kullanılmaktadır. Taze olarak tüketiminin yanı sıra farklı bitki kısımları eczacılık ve gıda gibi endüstri dallarında değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada, *Passiflora incarnata* bitkisinde morfogenetik varyabilite (çiçek, yaprak, meyve eti, meyve kabuğu ve tohum) dikkate alınarak farklı çözücülerin (metanol ve etanol) kullanılmasıyla elde edilen ekstraktlarda antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarları tespit edilmiştir. Antioksidan aktivite etkinliği ve toplam fenolik madde miktarı için meyve kabuğu, meyve eti ve tohumda metanollü özütlerde çiçek ve yaprakta ise etanollü özütlerde daha yüksek sonuçlar kaydedilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı bakımından yüksekten düşüğe doğru sıralama meyve eti, yaprak, tohum, çiçek ve meyve kabuğu şeklinde gerçekleşmiştir. En fazla antioksidan aktivite yaprakta belirlenirken onu sırasıyla tohum, meyve eti, çiçek ve meyve kabuğu takip etmiştir. Mevcut çalışmada, *Passiflora*'da bitki kısımları ve ekstraksiyon yapılan çözücüye bağlı olarak antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarının değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu konu üzerine yürütülecek olan çalışmalarda kullanım alanına bağlı olarak uygun bitki kısımlarının belirlenmesi ve etkili çözücü seçiminde araştırmamızın sonuçlarından faydalanılabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite, Morfogenetik varyabilite, *Passiflora,* Toplam fenol

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

CHANGES IN QUALITY PARAMETERS DEPENDING ON MORPHOGENETIC VARIABILITY IN PASSION FRUİT (*Passiflora incarnata*) PLANT

ABSTRACT

Passiflora is an evergreen, climbing and wrapping plant that can be grown in tropical and subtropical climates, and its fruits with rich biochemical content are nutritious. The plant contains various alkaloids, vitamins, minerals and polyphenolic substances, and exhibits strong antioxidant activity. There are in vitro, in vivo and clinical studies on the health benefits of current quality parameters, and the extracts obtained from the plant are used in medicine. In addition to fresh consumption, different plant parts are evaluated in industrial branches such as pharmacy and food.

In this study, antioxidant activity and total phenolic substance amounts were determined in extracts obtained by using different solvents (methanol and ethanol) by considering the morphogenetic variability (flower, leaf, fruit flesh, fruit peel and seed) in the *Passiflora incarnata* plant. For antioxidant activity and total phenolic content, higher results were recorded in fruit peel, fruit flesh and seed in methanolic extracts and in flower and leaf in ethanolic extracts. In terms of total phenolic content, the order from highest to lowest was fruit flesh, leaf, seed, flower and fruit peel. The highest antioxidant activity was determined in the leaf, followed by seed, fruit flesh, flower and fruit peel. In the current study, it was determined that antioxidant activity and total phenolic content in *Passiflora* varied depending on the plant parts and the solvent used for extraction. In studies to be conducted on this subject, the results of our research can be used in determining suitable plant parts and selecting effective solvents depending on the area of use.

Key Words: Antioxidant activity, Morphogenetic variability, Passiflora, Total phenol

1. INTRODUCTION

The *Passiflora* genus, which is in the *Passifloraceae* family, is a climbing and climbing plant and has about 500 species in the world (Yücel, 2005; Patel et al., 2009). *Passiflora* species grow naturally in tropical and subtropical areas with moderate temperatures, especially in the region from South America to Brazil, and are cultivated in almost all of Europe (Sönmez Yurdakul, 2018). They are usually evergreen, shiny dark green, heavily branched, spiral tendrils, multi-lobed, ovoid-shaped vines with showy flowers and can grow up to 10 m in length (Uzunoğlu, 2015). The dried flowers or fruit-bearing aerial parts of the *Passiflora incarnata* plant are used as drugs (Işık, 2007). Passion fruit is an exotic fruit with a purple outer shell, seeds inside and a grape-like texture around the seeds. Passion fruit is preferred for fresh consumption as well as being used in fruit juice, cocktails, desserts, ice cream and fruit salads (Uzunoğlu, 2015; Deshmukh 2017). In addition, this plant is used in the field of pharmacology due to the harman, harmine and harmol alkaloids found in its above and below-ground parts. In addition to these alkaloids, flavonoids (vitexin, isovitexin, apigenin, luteolin, quercetin, kaempferol), triterpenic glycosides (passiflorin and quadranglucoside) and cyanogenetic glycosides (passicoxin and linamarin) are the most important active ingredients (Escop Monographs, 2003). *Passiflora* plant, which is used especially for the treatment of sedative diseases, has been recorded in the pharmacopoeias of different countries (Türköz, 1994). The compounds in its structure have anxiolytic effects and trigger GABA release in the body. In addition, it has been stated that when individuals with sleep disorders consume *P. incarnata* tea before sleep, their sleep quality improves

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

(Bayır, 2024). The vitamins A, C, B1 (thiamine), B2 (riboflavin), B5 (pantothenic acid), minerals (calcium and phosphorus) and proteins in its content make passiflora fruits very valuable in terms of nutritional value. At the same time, this fruit has a high antioxidant content (Uzunoğlu, 2014). Due to its rich biochemical properties, it lowers blood pressure, balances blood pressure, reduces knee and muscle pain, accelerates the activity of enzymes necessary for the destruction of cancer cells and reduces the development of these cells, and is used as an antispasmodic, antiasthmatic and sedative in the treatment of epilepsy, anxiety and nervous disorders (Dhawan, 2002; Vilain 2011).

2. MATERIAL and METHODS

2.1. Experimental Material and Sample Preparation

In the study, *Passiflora incarnata* plant grown in the experimental area of Recep Tayyip Erdoğan University Faculty of Agriculture was used as material (Image 1). The parts of the fruit (fruit flesh, fruit peel and seed) were separated from the collected plant samples in the laboratory environment by taking into account the morphogenetic variability (leaf, flower, fruit) and dried in the oven with other plant parts for 36 hours at 37 °C. The plant samples, after the drying process was completed, were ground in the mill and turned into powder and kept in the refrigerator at +4 °C until the extraction process was performed. The international ISO 14502-1:2005 method was used in the extraction process carried out to determine the antioxidant activity and total phenolic substance amounts. 0.1 g (±0.001 g precision) of the plant samples prepared for analysis were weighed into centrifuge tubes and 10 ml of 80% methanol solvent was added. The prepared solution was stirred at 50 °C for 20 min and then kept in the dark for 1 hour. In the last stage, the extracts were centrifuged at 4000 rpm for 20 min, and the supernatants (clear liquid) remaining at the top were passed through a membrane filter and placed in eppendorf tubes.

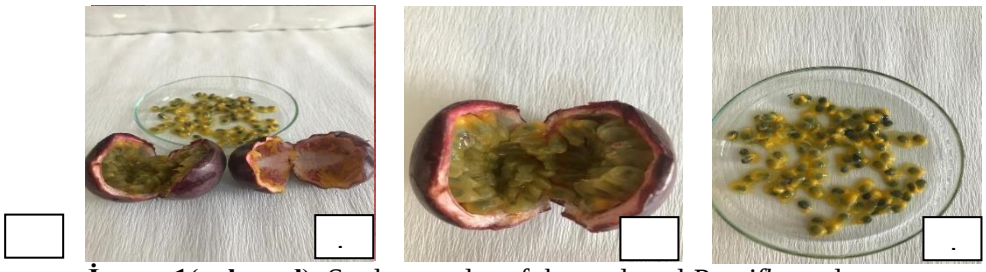


İmage 1(a, b, c, d). Study samples of the analyzed *Passiflora* plant

2.2. Determination of Total Phenol Content

Total phenolic content was determined according to the Folin-Ciocalteu method described by Waterhouse (2002). Distilled water (1.58 mL) and 0.2 N Folin-Ciocalteu reagent (0.1 mL) were added to the plant extracts (0.02 mL), respectively, and mixed. Then, 0.3 mL of sodium carbonate (Na_2CO_3) solution (75 g/L) was added and the tubes were kept on a magnetic shaker (15 min at 50 °C). Distilled water was added to the reference tubes instead of plant extract. Absorbance readings (at 765 nm wavelength) were measured with a Shimadzu brand UV-1800 model spectrophotometer device, and gallic acid calibration curve was created and calculations were made. Total phenolic content was expressed as mg gallic acid/g (mg GAE/g) dry weight.

2.3. Determination of Antioxidant Activity by FRAP (Iron Reducing Antioxidant Capacity) Method

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Antioxidant activity was determined using the FRAP method developed by Benzie and Strain (1996). In the preparation of the FRAP solution, 25 ml of 0.3 M acetate buffer, 2.5 ml of TPTZ solution (HCl was used as solvent) and 2.5 ml of 20 mM $FeCl_3.6H_2O$ solution were used. 20 µl of extract and 1.98 ml of FRAP solution (with stirring at 37ºC for 3 min) were added to the analysis tubes. Distilled water was added to the reference samples. Absorbance values were determined at 593 nm wavelength using Shimadzu brand UV-1800 spectrophotometer. A standard curve was created using $FeSO_4.7H_2O$ at different concentrations (25, 50, 75 and 100 ppm) and the iron reducing capacity was expressed as µM $FeSO_4$/g.

3. RESULTS

When the extractions performed using different solvents were compared; the highest antioxidant activity and total phenolic substance amount were recorded in methanolic extracts for fruit peel, fruit flesh and seed parts, and in ethanolic extracts for flower and leaf parts. The highest value in terms of total phenolic substance amount was determined in methanol extraction of fruit flesh (27.161 mg GAE g-1 dw), followed by ethanolic extract of leaf sample (26.173 mg GAE g-1 dw). The highest antioxidant activity was determined in ethanolic and methanolic extracts of leaf (210.246 and 198.247 µmol FeSO4 g-1 dw), followed by methanolic and ethanolic extracts of seed (111.123 and 87.907 µmol FeSO4 g-1 dw). The total phenolic content and antioxidant activity values in methanolic and ethanolic extracts of samples taken from fruit peel and flower were found to be lower compared to other parts of the plant. The results of the total phenolic content and antioxidant activity analyses determined in methanolic and ethanolic extracts of different plant parts of Passiflora incarnata are given in Table 1, and graphs for the total phenolic content (Image 2) and antioxidant activity (Image 3) were created using these values.

Table 1: Total Phenolic Substance Amount and Antioxidant Activity in *Passiflora incarnata* Samples

Investigated Samples	Total Phenolic Content (mg GAE g^{-1} dw)	Antioxidant Activity (FRAP) (µmol FeSO4 g^{-1} dw)
P. incarnata FP.EE	13,087	7,826
P. incarnata FP.ME	13,827	9,391
P. incarnata P.EE	23,210	43,301
P. incarnata P.ME	27,161	62,865
P. incarnata S.EE	17,284	87,907
P. incarnata S.ME	17,778	111,123
P. incarnata L.EE	26,173	210,246
P. incarnata L.ME	25,680	198,247
P. incarnata F.EE	17,284	10,434
P. incarnata F.ME	16,544	5,478

*FP: Fruit Peel, P: Pulp, S: Seed, L: Leaf, F: Flower

**EE: Ethanolic Extract, ME: Methanolic Extract

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

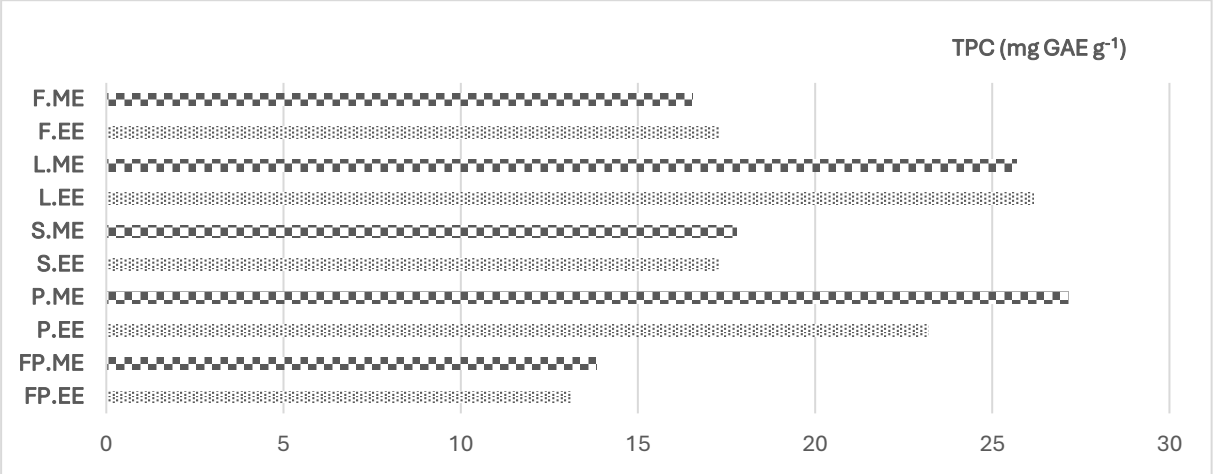


İmage 2: Total Phenolic Substance Amount in *Passiflora incarnata* According to Plant Parts

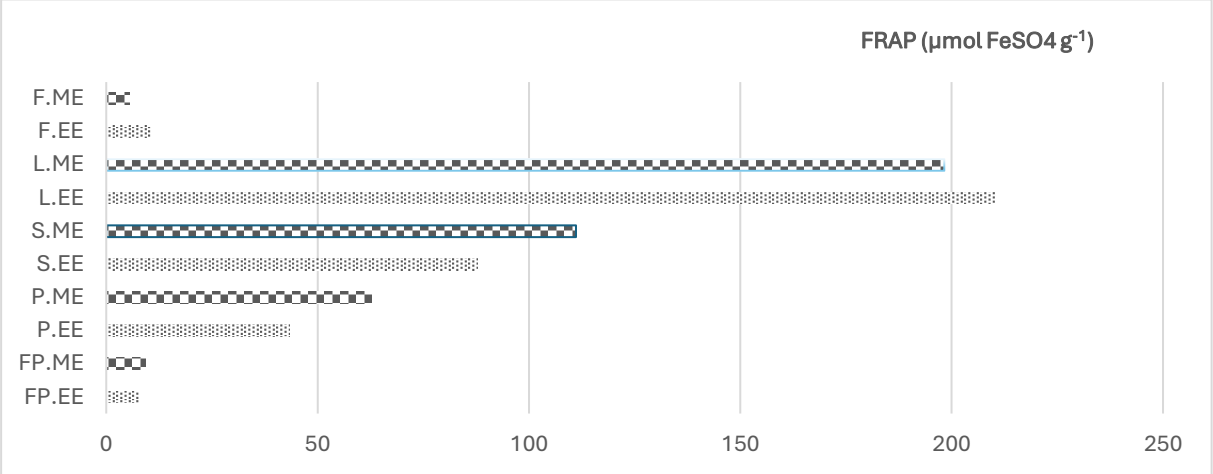


İmage 3: Variation of Antioxidant Activity According to Plant Parts in *Passiflora incarnata*

3.1. Data Analysis

Biplot Principal Component Analysis (PCA) was performed using the XLSTAT 2020 Statistical Program to distinguish different extracts from the investigated plant parts in terms of total phenolic substance amount and antioxidant activity and to clarify the role of these parameters as markers. A scatter plot was created using the obtained data (Maione and Barbosa, 2019). Thus, a factor analysis was performed in which each variable was used to calculate the relationships between the variable and the investigated factors. The Biplot diagram was created based on the chemical data (Image 4).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

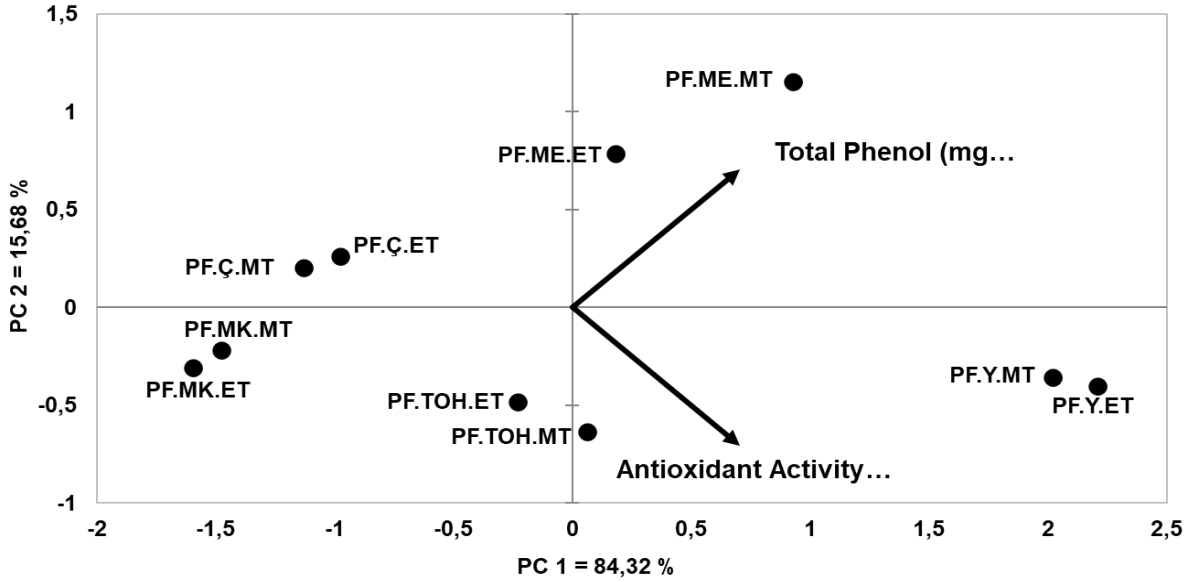


İmage 4. Biplot Analysis results of the samples belonging to the investigated *Passiflora* plant

4. DISCUSSION and CONCLUSİON

Biplot analysis was extremely helpful in distinguishing the samples belonging to the Passiflora plant whose antioxidant activity and total phenol content were investigated. 84.32% of the existing variation could be explained using PC1 and PC2. The highest values obtained were marked in bold. It is clearly seen that the fruit flesh and leaf extracts showed the highest activity in terms of total phenolic content, and the leaf and seed extracts showed the highest activity in terms of antioxidant activity. The lowest results were obtained in fruit peel and flower extracts for both parameters.

When the study results were evaluated in general; It was determined that the total phenolic content and antioxidant activity in the Passiflora plant varied depending on the morphogenetic variability. In addition, there were differences in quality parameters depending on the solvent used in plant extraction. Therefore, in this plant, which has a high potential to be evaluated in different sectors, it is extremely important to select the herb and determine the extraction method correctly depending on the purpose of use. In this direction, our research data can be used for future studies. Studies conducted on Passiflora species in our country have generally focused on their use in landscaping and their health benefits. However, the absence of studies that reveal their medical content in a multifaceted manner and address the factors affecting their biochemistry is a major deficiency. In this context, detailed scientific research and literature updates should be brought to the scientific world.

REFERENCES

Bayır, E., ve Elgin Cebe, G. Enflamatuar Bağırsak Hastalığı ve Tıbbi Bitkiler: Güncel Bir Gözden Geçirme, Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University/Ankara Üniversitesi Eczacilik Fakültesi Dergisi, 48(2), 2024.

Benzie, IF. and Strain, JJ., The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) As a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay, Analytical Biochemistry, 239(1), 70-76, 1996.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Deshmukh, N.A., Patel, R.K., Okram, S., Rymbai, H., Roy, S.S. and Jha, A.K. *"Passion Fruit* (*Passiflora* spp.)", Underutilized Fruit Crops: Importance and Cultivation. Jaya Publishing House, Delhi, 2017.

Dhawan, K., Sharma A. Antitussive Activity of The Methanol Extract of *Passiflora incarnata* Leaves, Fitoterapia, 73: 397-9, 2002.

Escop Monographs. Escop (2nd Ed). *Escop Publ. Ltd, Exeter And Thieme-Verlag, Stuggart*, New York, 2003.

Işık, N. *Anksiyete Tedavisinde Kullanılan Bitkisel İlaçlar Üzerine Yapılan Çalışmalar*, Yüksek Lisans Tezi, Farmakognozi Anabilim Dalı, Fitoterapi Programı, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007.

Maione, C., Barbosa Jr, F., And Barbosa, R. M., Predicting The Botanical and Geographical Origin of Honey With Multivariate Data Analysis and Machine Learning Techniques: A Review. Computers And Electronics İn Agriculture, 157, 436-446, 2019.

Patel, S. S. Morphology and Pharmacology of *Passiflora edulis*: A Review. Journal of Herbal Medicine and Toxicology, 3(1), 1-6, 2009

Seyis, F., Yurteri, E., Özcan, A., Cirak, C. and Yayla, F. Volatile Secondary Metabolites Of *Hypericum tetrapterum* and *Hypericum bithynicum*, Biochemical Systematics and Ecology, 105, 104542, 2022.

Sönmez Yurdakul, G. *Sedatif Etkili Olarak Kullanılan Fitoterapötikler,* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2018.

Türköz, S. *Passiflora* L. Türlerinin Kimyasal Bileşimi ve Tedavide Kullanımı. Farmasötik Bilimler Dergisi, 19:79-84, 1994.

Uzunoğlu, F., Mavi, K., A., *"Medical Miracle; Passion Fruit. (Tıbbi Bir Mucize; Çarkıfelek Bitkisi ",* International Mezopotamia Agriculture Congress, 22-25 September, Diyarbakır, Turkey, 2014.

Uzunoğlu, F., *Çarkıfelek (Passiflora caerulea L.) Türünde İndol Bütirik Asit Uygulamalarının Çelik Köklenmesi ve Fidan Kalitesi Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, 2015.

Vilain Y., "Benefits of The Passion Fruit ". Passiflora Online Journal 1 (1): 34-36, 2011.

Yücel, E., "Ağaçlar ve Çalılar 1 (Trees and Schrubs 1)", Türmatsan/İstanbul, 2005.

Waterhouse, AL., Determination of Total Phenolics, Current Protocols in Food Analytical Chemistry, 6(1), 2002.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ALTIN OTU (*Helichrysum arenarium*)'NUN BİTKİ KISIMLARINDA AROMA BİLEŞİKLERİNİN DEĞİŞİMİ

Arş. Gör. Dr., Aysel ÖZCAN AYKUTLU
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,
aysel.ozcan@erdogan.edu.tr - 0009-0001-0401-2071
Dr. Öğr. Üyesi, Emine YURTERİ
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,
emine.yurteri@erdogan.edu.tr - 0000-0002-3770-2714
Prof. Dr., Fatih SEYİS
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,
fatih.seyis@erdogan.edu.tr - 0000-0001-9714-370X

ÖZET

Helichrysum cinsine ait *Helichrysum arenairum* türü ülkemizde altın otu, ölmez çiçek, mayasıl otu gibi isimlerle anılmaktadır. Avrupa kökenli bir bitki olan altın otu sarı renkli çiçekli, 40 cm'ye kadar boylanabilen çok yıllık otsu yapıdadır. Bitkinin içeriğinde uçucu yağ, acı madde, rezin, kumarin ve flavon türevleri bulunmaktadır. Türkiye'de Kuzey Anadolu, Orta ve Doğu Anadolu ile Doğu Akdeniz Bölgelerinde geniş yayılış gösteren *Helichrysum* türleri geleneksel olarak halk hekimliğinde kullanılmaktadır. İnsan sağlığına birçok faydası bulunan bitkinin çiçekleri aynı zamanda kozmetikte, cilt bakım ürünlerinde, doğal boyamacılıkta, aromaterapide ve sabun yapımında değerlendirilmektedir.

Bu araştırmada, Artvin ili Şavşat ilçesinde doğal floradan toplanan *Helichrysum arenarium* bitkisi çalışma materyali olarak kullanılmıştır. Altın otu bitkisinin farklı kısımlarındaki (tüm bitki, yaprak, sap ve çiçek) aroma bileşiklerinin değişimi Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (SPME) yöntemi kullanılarak Gaz Kromatografisi - Kütle Spektroskopisi (GC-MS) cihazı ile tespit edilmiştir. Bitkinin tüm herbasında toplam 32 adet aroma bileşiği tespit edilmekle birlikte ana bileşik 6-hexadecenoic acid (%36.63) olurken onu sırasıyla methyl palmitate (%10.92), methyl myristate (%5.98), α-patchoulene (%5.07) ve Germacrene D (%4.44) takip etmiştir. Ancak bitkinin kısımlarına bağlı olarak aroma bileşikleri ve miktarları değişiklik göstermiştir. Elde edilen bulgular, altın otunda aroma bileşikleri ile ilgili yürütülecek çalışmalarda en uygun bitki kısmının seçilmesi için belirleyici olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Aroma bileşikleri, GC-MS, *Helichrysum arenairum*

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

CHANGES IN AROMA COMPOUNDS IN PLANT PARTS OF GOLDEN HERB (*Helichrysum arenarium*)

ABSTRACT

Helichrysum arenairum species belonging to the *Helichrysum* genus is known in our country as gold herb, immortelle flower, mayasıl herb. Golden herb, a plant of European origin, is a perennial herbaceous structure with yellow flowers that can grow up to 40 cm in length. The plant contains volatile oil, bitter substance, resin, coumarin and flavone derivatives. *Helichrysum* species, which are widely distributed in the Northern Anatolia, Central and Eastern Anatolia and Eastern Mediterranean Regions of Turkey, have been traditionally used in folk medicine. The flowers of the plant, which have many benefits for human health, are also used in cosmetics, skin care products, natural dyeing, aromatherapy and soap making.

In this study, *Helichrysum arenarium* plant collected from the natural flora in Şavşat district of Artvin province was used as the study material. The changes in aroma compounds in different parts of the helichrysum plant (whole plant, leaves, stems and flowers) were determined by Gas Chromatography - Mass Spectroscopy (GC-MS) device using Solid Phase Micro Extraction (SPME) method. A total of 32 aroma compounds were detected in the whole herb of the plant, and the main compound was 6-hexadecenoic acid (36.63%), followed by methyl palmitate (10.92%), methyl myristate (5.98%), α-patchoulene (5.07%) and Germacrene D (4.44%). However, aroma compounds and their amounts varied depending on the parts of the plant. The findings obtained will be decisive for the selection of the most appropriate plant part in studies to be conducted on aroma compounds in helichrysum.

Keywords: Aroma compounds, GC-MS, *Helichrysum arenairum*

1. INTRODUCTION

The genus *Helichrysum*, which belongs to the *Asteraceae* (*Compositae*) family, is a perennial plant with 600 species in the world and 20 species in the Turkish flora (Süntar et al., 2013). The name *Helichrysum* is derived from the Greek words "helios" meaning sun and "chrysos" meaning gold (Liu et al., 2019). The plant's name in many European languages is; Italian perpetuino and Semprevivo, French immortelle (immortal), English everlasting and curry plant (everlasting and curry plant), Spanish siempreviva, and in our country, *Helichrysum* is called immortal golden herb, curry plant or sandy everlasting due to its unfading, bright, yellow inflorescences (Leonardi et al., 2013; Kladar et al., 2015). The plant, which grows in rocky and bushy areas, blooms in July-August (Maranki, 2012). Golden flower species are herbaceous plants that bloom in summer months between 10-70 cm in height, usually yellow flowers, depending on the species. There are many species spread throughout Europe, Anatolia and South Asia (Asımgil, 2009). According to pharmacological data; *Helichrysum arenarium* flower has rich biochemical content including flavonoids, volatile oils, fatty acids, carotenoids, steroids, bitter substances, polyphenols, vitamins, mineral salts, polysaccharides, glycosides, coumarins, catechins and proanthocyanidins. In addition, astragalin, luteolin, kaempferol etc. It also contains components such as (Rančić et al., 2005; Eroğlu et al., 2010; Jarzycka et al., 2013; Liu et al., 2019). The flower of *Helichrysum arenarium* has many biological activities, especially including antibacterial, antiviral, antifungal, anti-inflammatory, antiproliferative, antimicrobial, antiallergic, antioxidant, antiradical, cholinergic, hepatoprotective and detoxification activities (Tepe

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

et al., 2005; Mao et al., 2017). It has been used in folk medicine to treat various ailments such as liver and gallbladder disorders, lumbago, stomach ache, asthma, arthritis disorders, cystitis and jaundice, skin infections, respiratory and digestive system disorders, kidney stones, uro-genital disorders. It has also been used for its fragrance in the cosmetics industry for many years (Liu et al., 2019). In our country, it is widely used as herbal tea (Eroğlu et al., 2010). Various studies on *Helichrysum* species have shown that they have a wide range of biological activities such as antimicrobial, anti-inflammatory, anti-allergic, cytotoxic, stomach ache, heartburn, antidiabetic, sedative, cough, cold and wound healing (Gouveia et al., 2009; Naveed et al., 2018). It has benefits such as diuretic, eliminating kidney stones and grit, regulating digestive disorders, strengthening the immune system and antibiotic effect (Rancic et al., 2005; Woguem et al., 2013; Ruben et al., 2013). Recently, *Helichrysum* essential oil has become one of the most popular biochemical ingredients for cosmetic products (especially in skin care products) due to its antiproliferative and tissue remodeling effects and its ability to help wounds heal. In addition, helichrysum essential oil stimulates blood circulation in the skin, provides skin regeneration and has a delaying effect on aging (Han et al., 2017). It is also known as one of the most popular essential oils used in soaps and perfumes due to its characteristic smell (Sarkic & Stappen, 2018). In addition to its use in the perfume industry and aromatherapy, the essential oil of helichrysum is widely used in traditional medicine in the treatment of wounds, hematomas and skin conditions such as scars (Erdoğan & Göde, 2022). In addition, there are explanations that the essential oil obtained from the immortelle flower prevents the formation and accumulation of blood clots in the veins (Gattefossé, 1993; Battaglia, 2003; Marković, 2005) and has mucolytic, antispasmodic and expectorant properties that are useful in the treatment of cough, bronchitis and sinusitis (Lawless, 2002; Battaglia, 2003). Since the essential oil of the immortelle flower combines many scent notes, it is preferred in perfumery due to its spicy, herbaceous and fruity scent. However, these kinds of notes are difficult to use in perfumers' current compositions, but you can find them in famous perfume series (such as Immortelle, Cuir Beluga from Guerlain or Magie Noire from Lancôme). On the other hand, concrete and absolutes of the immortelle flower are also used in perfumes (Kaçmaz, 2022).

The Solid Phase Micro Extraction (SPME) method, first discovered by Arthur and Pawliszyn in 1990, is used to analyze volatile compounds. Thanks to the SPME method, solid samples can be analyzed without extraction and without using organic solvents. Therefore, SPME analysis is a sensitive technique that is easy to use, relatively inexpensive and does not require the use of solvents compared to other methods (Umaz et al., 2019).

2. MATERIAL and METHODS

2.1. Sample Preparation and Aroma Components Analysis

The *Helichrysum arenarium* plant used as the study material was collected from the natural flora of Şavşat district of Artvin province at an altitude of 856 m (41°15’32’’N, 42°18’31’’E) (İmage 1).Samples of collected tea leaves were dried in the oven at 37°C for 36 hours, then ground and passed through 2 mm porous laboratory sieves to prepare for analysis. Analysis was performed using a GC-MS Device (Shimadzu, Japan) outfitted with SPME (Figure 2.a). Ground plant samples weighing 0.2 g were then put into a 10 mL vial and sealed with a silicone-rubber septum lid (Figure 2.b). In order to pre-condition the fiber, manufacturer guidelines were followed. The fiber was left in the headspace at equilibrium for one minute at room temperature. The fiber was placed into the needle after sampling and then moved to the injection port of the GC-MS device. The column was a CP 5MS (30 m x 0.25 mm i.d., film thickness 0.25 m). The

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

oven temperature was set to isothermal at 220 °C for 20 minutes after being scheduled to rise from 40 °C to 240 °C at 2 °C/min. As a carrier gas, helium was employed at a constant flow rate of 1 mL/min. The FFNSC 1.2 databases were used to determine the constituents of essential oils (Seyis ve ark., 2022).





İmage 1 (a,b). Image of *Helichrysum arenarium* plant in natural flora

3. RESULTS

A total of 32 aroma compounds were detected in the whole herb of the plant, the main compound was 6-hexadecenoic acid (%36.63), followed by methyl palmitate (%10.92), methyl myristate (%5.98), α-patchoulene (%5.07) and germacrene D (%4.44), respectively. In the flower; 6-hexadecenoic acid (%38.41) was determined as the main compound, followed by germacrene D (%7.29), α-zingeberene (%6.80), γ-cadinene (%5.15) and α-patchoulene (%4.54). In the stem part; the main compound was methyl palmitate (23.97%), followed by germacrene D (9.65%), eudesmol (epi-gamma) (6.99%), aromadendrene (4.63%) and methyl myristate (4.58%) compounds, respectively. In the leaf; the highest methyl palmitate (17.68%) was detected and the other main compounds were germacrene D (7.63%), linalool (6.03%), eudesmol (epi-gamma) (5.96%) and methyl myristate (4.75%). When the aroma compounds detected in the *Helichrysum arenarium* plant were examined (Table 1), it was noted that while

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

the stem and leaf of the plant were largely similar to each other, the flower differed from the other herb parts in terms of this feature.

Table 1. Changes in aroma compounds in *Helichrysum arenarium* plant parts (%)

Aroma Compounds	R.Time	Flower	Stem	Leaf	Whole Herb
Pinene <alpha->	9.117	0.42			
Eucalyptol	12.837	0.72			
Linalool oxide <trans->	14.462			1.49	
Linalool oxide <cis->	15.083		1.29	1.95	
Linalool	15.470	0.88	4.33	6.03	1.42
Pelargonaldehyde	15.522				0.45
Caprylate <methyl->	16.503	0.49			0.48
Camphor	17.192		1.39	1.79	
Isoborneol	18.030			1.08	
Linalyl acetate	21.413	0.31	1.74	2.1	
Cubebene <alpha->	24.579	0.33			
Copaene <alpha->	25.547	0.81			0.46
Patchoulene <beta->	25.854	3.45	1.66	1.72	0.83
Duprezianene <alpha->	26.091	2.39			
Gurjunene <alpha->	26.754	0.7			
Caryophyllene <beta->	27.189	4.41	2.72	2.75	2.91
Geranyl acetone	27.592			1.3	
Patchoulene <alpha->	27.960	4.54	3.63	3.93	5.07
Aromadendrene	28.151	2.62	4.63	4.36	3.12
Humulene <alpha->	28.313	1.29	1.14		
Himachalene <alpha->	28.517		2.47	1.84	0.9
Germacrene D	29.063	7.29	9.65	7.63	4.44
Muurolene <alpha->	29.164				1.77
Curcumene <alpha->	29.192		3.04	2.94	
Selinene <beta->	29.385	1.83	2.29	2.05	2.37
Cadina-1(6),4-diene	28.252	2.54	2.54	2.26	2.88
Cadinene <gamma->	29.529	5.15	4.09	3.87	3.31
Zingiberene <alpha->	29.622	6.8	2.83	2.33	2.04
Cadinene <delta->	30.043	1.8	3.37	2.46	0.96
Laurate <methyl->	30.475				0.65
Germacrene B	31.797	0.98	1.12	1.83	1.18
Caryophyllene oxide	32.428				0.44
Viridiflorol	32.700	0.34	1.91	1.51	0.42
Eudesmol <gamma->	33.681				2.08
Eudesmol <epi-gamma->	33.686	1.96	6.99	5.96	
Muurolol <alpha-,epi->	33.884	0.59	1.79	1.66	0.74
Eudesmol <beta->	34.427	0.64	1.74	2.65	1.01
Bisabolol <alpha->	35.470		1.54	2.58	0.58
Heptadecane	35.711	0.33			
Myristate <methyl->	36.431	1.79	4.58	4.75	5.98
Octadecane	38.496	0.35			
Phytone	39.727		2.12	2.15	0.66
Palmitate <methyl->	41.833	3.55	**23.97**	**17.68**	10.92
Hexadec-6-enoic acid	42.045	**38.41**		1.11	**37.12**
Phytol	46.149	2.28	1.42	4.23	4.06
Stearate <methyl->	46.749				0.75
TOTAL		**99.99**	**99.99**	**99.99**	**100**

3.1. Data Analysis

Biplot Principal Component Analysis (PCA) was performed using the XLSTAT 2020 Statistical Program to distinguish aroma compounds in the investigated plant parts and to clarify

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

the role of these parameters as indicators (İmage 3). A scatter plot was created using the obtained data (Maione and Barbosa, 2019). Thus, a factor analysis was performed in which each variable was used to calculate the relationships between the variable and the investigated factors. The biplot diagram was created based on the chemical data.

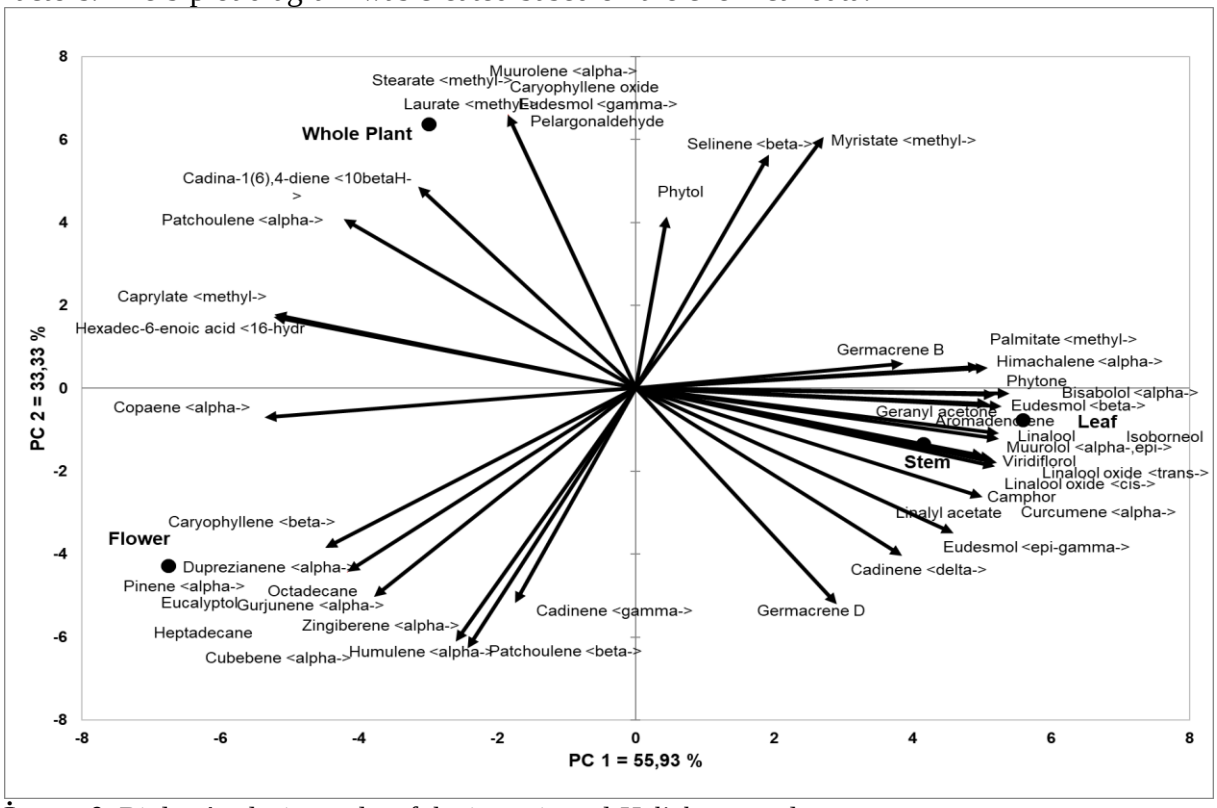


İmage 3. Biplot Analysis results of the investigated *Helichrysum* plant

4. DISCUSSION and CONCLUSİON

As a result of this research; aroma compounds and their amounts have changed depending on the parts of the *Helichrysum arenarium* plant. Factors such as geographical location where the plant was collected, soil structure, collection time and climate factors have an effect on the biochemical composition. In fact, it has been reported that the chemical composition of *Helichrysum* varies depending on geographical origin, vegetation cycle and the use of fresh or dried plant material (Mastelic et al., 2008; Mancini et al., 2011).

Bianchini et al. (2009) investigated the effects of ecological factors and different soil properties on the essential oil composition of *H. italicum*. According to the results of principal component analysis (PCA) and partial redundancy analysis (RDA), they determined a significant correlation between the essential oil compositions and the texture and acidity of the soils. On the other hand, they reported that the inorganic composition of the plant and soil and the plant growth stages have a small effect on the chemical composition of the essential oil. In previous studies, the composition and amount of essential oil components have varied depending on the region, collection time and species (Angioni et al., 2003; Bianchini et al., 2003; Usai et al., 2010; Combalot, 2013).

The findings show the importance of choosing the appropriate herb in studies to be conducted on aroma compounds in *Helichrysum*. There is a lack of scientific research on the biochemistry

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

of *Helichrysum* species and the factors affecting this subject in our country. It is necessary to contribute to the scientific world with detailed research and literature updates.

REFERENCES

Asımgil, A., Şifalı Bitkiler, Timaş Yayınları, İstanbul, 2009.

Angioni, A., Barra, A., Arlorio, M., Coisson, J.D., Russo, M.T., Pirisi, F.M., Satta, M. & Cabras, P., Chemical Composition, Plant Genetic Differences, And Antifungal Activity of The Essential Oil Of *Helichrysum italicum* G. Don ssp. *microphyllum* (Willd) Nym. Journal of Agricultural and Food Chemistry, *51*(4), 2003.

Arthur, C. L., & Pawliszyn, J., Solid phase microextraction with thermal desorption using fused silica optical fibers. Analytical chemistry, *62*(19), 2145-2148, 1990.

Battaglia S., *The Complete Guide To Aromatherapy, 2nd Edition*. 624 P, Brisbane: The International Centre of Holistic Aromatherapy, 2003.

Bianchini, A., Tomi, P., Bernardini, A.F., Morelli, I., Flamini, G., Cioni, P.L. & Marchetti, M., A Comparative Study of Volatile Constituents of Two *Helichrysum İtalicum* (Roth) Guss. Don Fil Subspecies Growing İn Corsica (France), Tuscany And Sardinia (Italy). Flavour And Fragrance Journal, *18*(6), 2003.

Bianchini, A., Santoni, F., Paolini, J., Bernardini, A.F., Mouillot, D. & Costa, J., Partitioning The Relative Contributions Of Inorganic Plant Composition And Soil Characteristics To The Quality Of *Helichrysum italicum* Subsp. i*talicum* (Roth) G. Don Fil. Essential Oil. Chem Biodivers, *6*(7), 1014-1033, 2009.

Erdoğan, G. K., & Göde, F., Altın Otu (*Helichrysum italicum*) Esansiyel Yağının Mikrokapsüle Edilmesi ve Karakterizasyonu, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, *59*(4), 669-684, 2022.

Eroğlu, H.E., Hamzaoğlu, E., Budak, Ü., Aksoy, A. Ve Albayrak, S., Cytogenetic Effects of *Helichrysum arenarium* in Human Lymphocytes Cultures, Turkish Journal Of Biology, 34(3), 253–259, 2010.

Jarzycka, A., Lewińska, A., Gancarz, R. and Wilk, K.A., Assessment of Extracts of *Helichrysum arenarium*, Crataegus Monogyna, Sambucus Nigra in Photoprotective Uva and Uvb; Photostability in Cosmetic Emulsions. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 128, 50–57, 2013.

Gattefossé, R.M., *Gattefossé Aromatherapy*. Uk: The C.W. Daniel Company, 1993.

Gouveia Sc, Castilho Pc. Analysis Of Phenolic Compounds From Different Morphological Parts of *Helichrysum devium* By Liquid Chromatography With On-Line Uv And Electrospray Ionization Mass Spectrometric Detection, Rapid Communications In Mass Spectrometry: An International Journal Devoted To The Rapid Dissemination of Up-To-The-Minute Research In Mass Spectrometry, 23: 3939-3953, 2009.

Han, X., C. Beaumont & N. Stevens, Chemical Composition Analysis and İn Vitro Biological Activities of Ten Essential Oils İn Human Skin Cells. Biochimie Open, 5: 1-7, 2017.

Süntar I, Akkol Ek, Keles H, Yesilada E, Sarker Sd. Exploration of The Wound Healing Potential of *Helichrysum graveolens* (Bieb.) Sweet: Isolation Of Apigenin As An Active Component, Journal Of Ethnopharmacology, 149: 103-110, 2013.

Kladar, N.V., Anačkov, G.T., Rat, M.M., Srđenović, B.U., Grujić, N.N., Šefer, E.I. & Božin, B.N., Biochemical Characterization of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don Subsp. *italicum*

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

(*Asteraceae*) From Montenegro: Phytochemical Screening, Chemotaxonomy, and Antioxidant Properties. Chemistry & Biodiversity, 12 (3): 419-431, 2015.

Lawless, J., *The Encyclopedia Of Essential Oils*. London: Thorsons, 2002.

Leonardi, M., K.E. Ambryszewska, B. Melai, G. Flamini, P.L. Cioni, F. Parri & L. Pistelli, Essential-Oil Composition Of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don Ssp. *italicum* from Elba Island (Tuscany, Italy). Chemistry & Biodiversity, 10 (3): 343-355, 2013.

Liu, X., Jing, X. Ve Li, G., A Process To Acquire Essential Oil By Distillation Concatenated Liquid-Liquid Extraction and Flavonoids By Solid-Liquid Extraction Simultaneously From *Helichrysum arenarium* (L.) moench Inflorescences Under İonic Liquid-Microwave Mediated, Separation And Purification Technology, 209, 164–174, 2019.

Mao, Z., Gan, C., Zhu, J., Ma, N., Wu, L., Wang, L. Ve Wang, X., Anti-Atherosclerotic Activities of Flavonoids From The Flowers of *Helichrysum arenarium* L. moench Through The Pathway of Antiinflammation. Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters, 27(12), 2812–2817, 2017.

Mancini, E., L. De Martino, A. Marandino, M.R. Scognamiglio & V. De Feo, Chemical Composition and Possible In Vitro Phytotoxic Activity Of *Helichrsyum italicum* (Roth) *Don Ssp. italicum*. Molecules, 16 (9): 7725-7735, 2011.

Maranki, A., Şıfalı Bitkiler, Hayat Yayın Grubu, İstanbul, 2012.

Marković, S., *Fitoaromaterapija*. Zagreb: Centar Cedrus, 2005.

Mastelić, J., O. Politeo & I. Jerković, Contribution To The Analysis of The Essential Oil of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don.-Determination of Ester Bonded Acids and Phenols. Molecules, 13 (4): 795-803, 2008.

Naveed, M., Hejazi, V., Abbas, M., Kamboh, Aa., Khan, Gj., Shumzaid, M., Ahmad, F., Babazadeh, D., Fangfang, X., Modarresi-Ghazani, F., Chlorogenic Acid (Cga): A Pharmacological Review and Call For Further Research. Biomedicine & Pharmacotherapy, 97: 67-74, 2018.

Rančić, A., Soković, M., Vukojević, J., Simić, A., Marin, P., Duletić-Laušević, S. and Djoković, D., Chemical Composition and Antimicrobial Activities of Essential Oils of *Myrrhis odorata* (L.) Scop, *Hypericum perforatum* L. and *Helichrysum arenarium* (L.) Moench. Journal of Essential Oil Research, 17(3), 341–345, 2005.

Ruben, O., Valeria, N., Ruben, N., Antioxidant Activity of Fractions From *Oregano* Essential Oils Obtained By Molecular Distillation, Food Chem., 156, 212–219, 2013.

Sarkic, A. & Stappen, I., Essential Oils and Their Single Compounds In Cosmetics-A Critical Review. Cosmetics, 5 (1): 11, 2018.

Seyis, F., Yurteri, E., Özcan, A., Cirak, C. And Yayla, F., Volatile Secondary Metabolites Of *Hypericum tetrapterum* and *Hypericum bithynicum*, Biochemical Systematics and Ecology, 105, 104542, 2022.

Tepe, B., Sokmen, M., Askin Akpulat, H. and Sokmen, A., In Vitro Antioxidant Activities of The Methanol Extracts of Four *Helichrysum* Species From Turkey. Food Chemistry, 90(4), 685–689, 2005.

Umaz, A., Baran, M.F., Güngören, M. Ve Umaz, K., Mardin, Diyarbakır ve Gaziantep'te Güneşte Kurutulan Üzümlerin SPME/GC-MS Metoduyla Uçucu Bileşenlerinin

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Karşılaştırılması. Ejons (Internatıonal Journal On Mathematics, Engineering & Natural Sciences), 9(3), 100–106, 2019.

Usai, M., Foddai, M., Bernardini, A.F., Muselli, A. & Costa, J. Chemical Composition and Variation of The Essential Oil of Wild Sardinian *Helichrysum italicum* G. Don Subsp. *microphyllum* (Willd) Nym. From Vegetative Period To Post-Blooming. Journal Of Essential Oil Research, 22(5), 373-380, 2010.

Woguem, V., Hervet, P., Maggi, F., Vitali, L., Petrelli, D., Lupidi, G., Papa, F., Vittori, S., Barboni, L., Volatile Oil From Striped African Pepper (*Xylopia parviflora*, Annonaceae) Possesses Notable Chemopreventive, Anti-İnflammatory and Antimicrobial Potential, Natural Product Communication 8(12), 1791–1796, 2013.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ANTIMICROBIAL AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF *ORİGANUM VULGARE* L. SSP. *HİRTUM* (LİNK) IETSWAART EXTRACTS

[1]Dr. Ayşe EREN
Molecular Biology and Genetics Department, Faculty of Science, Dicle University, 21280 Diyarbakır, Turkey,
flow.eren@hotmail.com-0000-0002-5601-6808

[2]Asst. Prof. Dr. Şule İNCİ
Health Services Vocational School, Department of Medical Services and Techniques, Medical Laboratory Techniques
Program, T.C. Istanbul Rumeli University, Istanbul, Turkey
sule.inci@rumeli.edu.tr- 0000-0002-4022-5269

[3]Prof. Dr. Sevda KIRBAĞ
Fırat University, Science Faculty, Department of Biology, 23270, Elazığ, Turkey
skirbag@firat.edu.tr- 0000-0002-4337-8236

ABSTRACT

Origanum vulgare L. ssp *hirtum* (Link) *Ietswaart* is a perennial aromatic plant that is a member of the Lamiaceae family. This plant has biological activities such as antimicrobial, antioxidant, anti-proliferative, anti-nociceptive, anti-platelet, anti-melanogenic, anxiolytic, anti-inflammatory, cytotoxic. The antimicrobial and antioxidant activities of methanol extracts made from the aerial a part of *O. vulgare* ssp. *hirtum* were investigated in this study. Pathogenic microorganisms *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus megaterium*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, and *Epidermophyton*, *Trichophyton* sp. were examined for antimicrobial activity. Total antioxidant value (TAS), total oxidant value (TOS), and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH) radical scavenging capability were used to determine antioxidant activity. According to the results, methanol extract was found to have the highest antimicrobial effect (30 mm) against *K. pneumoniae* and *C. albicans*. The antimicrobial activity of the methanol extract against *S. aureus*, *E. coli*, *B. megaterium*, *Epidermophyton* sp. and *Trichophyton* sp. was determined in differt rates (18-26 mm). The methanol extract's TAS value was 3.22 mmol, TOS value was 8.03 µmol. Methanol extract of *Origanum vulgare* was found to have increasing DPPH radical scavenging effects with increasing concentration.

Keywords: *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*, Antimicrobial, Antioxidant, Aromatic plant.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ORİGANUM VULGARE L. SSP. *HİRTUM* (LİNK) IETSWAART EKSTRAKTLARININ ANTİMİKROBİYAL VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ

ÖZET

Origanum vulgare L. ssp. hirtum (Link) Ietswaart, Lamiaceae familyasına ait çok yıllık aromatik bir bitkidir. Bu bitkinin antimikrobiyal, antioksidan, antiproliferatif, antinosiseptif, antiplatelet, antimelanojenik, anksiyolitik, antiinflamatuar, sitotoksik gibi biyolojik aktiviteleri bulunmaktadır. Bu çalışmada, *O. vulgare* ssp. hirtum'un toprak üstü kısmından elde edilen metanol ekstraktlarının antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. Patojenik mikroorganizmalar *E. coli*, *K. pneumoniae*, *B. megaterium*, *S. aureus*, *C. albicans*, *Epidermophyton* sp. ve *Trichophyton* sp. antimikrobiyal aktivite açısından incelendi. Antioksidan aktiviteyi belirlemek için toplam antioksidan değeri (TAS), toplam oksidan değeri (TOS) ve 2.2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürücü kapasitesi kullanıldı. Sonuçlara göre metanol ekstraktının *K. pneumoniae* ve *C. albicans*'a karşı en yüksek antimikrobiyal etkiye (30 mm) sahip olduğu bulundu. Metanol ekstraktının *S. aureus*, *E. coli*, *B. megaterium*, *C. albicans*, *Epidermophyton* sp. ve *Trichophyton* sp. 'ye karşı antimikrobiyal aktivitesi farklı oranlarda (18-26 mm) belirlendi. Metanol ekstraktının TAS değeri 3.22 mmol, TOS değeri ise 8.03 µmol olarak bulundu. *Origanum vulgare*'nin metanol ekstraktının artan konsantrasyon bağlı olarak artan DPPH radikal temizleyici etkileri olduğu bulundu.

Anahtar kelimeler: *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*, Antimikrobiyal, Antioksidan, Aromatik bitki.

1. INTRODUCTION

Origanum vulgare, commonly known as oregano, is an aromatic, medicinal and perennial herbaceous plant belonging to the Lamiaceae family. It blooms with dark oval, pointed, aromatic, white, purple or pink flowers [1]. The homeland of this plant is Europe, North Africa and most of temperate Asia; however, the region with the highest diversity of thyme is the Mediterranean region, especially concentrated in Turkey [2]. It grows well in a variety of habitats, especially in rocky, arid and calcareous soils in the mountainous areas of the Irano-Turanian, Mediterranean and Euro-Siberian regions [3]. *Origanum vulgare* L. has been included in the European Priority Species List due to its biological characteristics and important economic value [4-5]. Various oregano species are used in traditional medicine and the food industry, while their essential oils are used in perfumery, medicine and cosmetics [6]. Dried, fresh or processed thyme is widely used in veterinary medicine, medicine, fragrance industry, pharmacy, cuisine, cosmetics, aromatherapy, floristry and decoration[7-8]. Additionally, in traditional medicine, it is used in the treatment of various diseases such as digestive disorders,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

jaundice, cough, fever, menstrual problems and skin infections [9-10]. In many studies, Origanum species have been shown to have antimicrobial, antiviral, antioxidant, anti-inflammatory, antispasmodic, antiurolytic, antiproliferative and neuroprotective pharmacological activities[11-14] and in other studies, antihyperlipidemic, antiobesity, antidiabetic, antiurolytic, antimelanogenic, antiplatelet, hepatoprotective, antinociceptive, anxiolytic, antiproliferative, antioxidant, memory-enhancing and cytotoxic activities [15-16]. It is also an important natural source for the preservation of cosmetics and foods due to its high antioxidant activity [11,14, 17-18]. Due to the rich phenolic compounds contained in the plant extract, it has strong antifungal and antibacterial properties [18, 19]. According to generally accepted taxonomy, there are six recognized subspecies of *O. vulgare* [4, 20-21]. Among these, the *O. vulgare* L. ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart, which is native to the Mediterranean region, is called (Greek oregano). This species is grown almost everywhere in the world and is considered one of the most valuable species [4, 22] and is a commercial species This species, a typical Eastern Mediterranean taxon, is known ecologically to prefer warm, sunny habitats and loose, often rocky, calcareous soils with low moisture content [23].The aim of this study was to investigate the antimicrobial and antioxidant properties of methanol extracts of *O. vulgare* ssp. *hirtum*.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Obtaining And Preparing Plant Material

O. vulgare ssp. *hirtum* samples were collected from Koru Mountain on the Çanakkale-İstanbul road in August 2021. The taxonomic description of the plant material was carried out by Prof. Dr. Şemsettin Civelek, a systematic-botany expert from Fırat University. The plant material was pulverized. 0.5 gram sample was taken. The sample was kept on orbital shaker at 100 rpm for 72 hours to obtain the extract using 100 mL of 96% methanol solvent. It was then filtered using Whatman filter paper.

2.2. Antimicrobial Effect

The antimicrobial activity of the extract obtained from *O. vulgare* ssp. *hirtum* methanol solvent was determined by disk diffusion method [24]. Liquid cultures of prepared yeast (*C. albicans*), dermatophytes (*Trichophyton* sp. and *Epidermaphyton* sp.) and bacteria (*E. coli, K. pneumoniae, B. megaterium, S. aureus*) were inoculated in Sabouraud Dextrose Agar, Glucose Sabouroud Buyyon (Difco) and Müeller Hinton Agar at 1% (10^4 yeast/ml, 10^4 yeast/ml and 10^6 bacteria/ml) ratio, respectively, and after shaking well, 25 ml were placed in sterile petri dishes of 9 cm diameter to ensure homogeneous distribution of the medium. Then, antimicrobial disks (6 mm diameter), each impregnated with 100 µl (500 µg) of extracts, were placed on the solidified agar medium. After the petri dishes prepared in this way were kept at 4°C for 1.5-2 hours, the bacteria-inoculated plates were incubated at 37±0.1°C for 24 hours, and the yeast and dermatophyte-inoculated plates were incubated at 25±0.1°C for 72 hours. Different standard disks were used for bacteria (Streptomycin sulfate 10 µg/disc) and yeast (Nystatin 30

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

µg/disc) as controls. Dimethyl sulfoxide (DMSO) was used for negative control. Inhibition zones were measured in mm. Trials were performed in triplicate.

2.3. Antioxidant Effect

2.3.1. Total Antioxidant Activity and Total Oxidant Activity

TAS and TOS levels of *O. vulgare* ssp. *hirtum* methanol extracts were measured with Rel Assay kits (Rel Assay Kit Diagnostics, Turkey). The TAS value was expressed as mmol Trolox equivalent/L and Trolox was used as the calibrator [25]. The TOS value was expressed as µmol H_2O_2 equivalent/L and hydrogen peroxide was used as the calibrator [26].

2.3.2. 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl Radical Scavenging Capacity

Antioxidant activity was determined by the free radical scavenging activity of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) [27]. DPPH solution was prepared as 0.004% in methanol. Serial concentrations of plant extracts (1000, 500, 250 ve 125 µg/mL) were prepared by dissolving in methanol. 30 µl of plant extract was added to 3 ml of DPPH solution. It was kept in the dark for 30 minutes at room temperature. Then, the reading was made at 517 nm in the spectrophotometer. Antioxidant activity was repeated three times. Methanol were used as controls. Antioxidant activity was calculated by the following formula.

AbsControl = absorbance of DPPH-methanol solution, AbsSample = absorbance of plant extract.
% DPPH inhibition = [(AbsControl - AbsSample)/ AbsControl] x 100

2.4. Statistical Analysis

SPSS Statistics (version 22) was used to perform statistical analyses and generate figures. Analysis of variance (ANOVA) and Student t-test were performed and $p<0.01$ was considered significant.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Antimicrobial Effect

The antimicrobial activity results of *O. vulgare* ssp. *hirtum* extract obtained from methanol against the microorganisms used are given in Table 1. The results showed that the methanol extract of the plant created inhibition zones of 18.23 mm, 26.25 mm, 30.73 mm, 26.15 mm, 30.24 mm, 20.35 mm and 18.33 mm against *S. aureus*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *B. megaterium*, *C. albicans*, *Trichophyton* sp and *Epidermaphyton* sp. respectively (Table 1).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Table 1: Antimicrobial Effect of Methanol Extract of *O. vulgare* ssp. *hirtum*

Microorganisms	Methanol	Standard antibiotics
S. aureus	18.23±0,57	14.33±0,57
E. coli	26.25±0,57	15.33±0,57
K. pneumoniae	30.73±0,57	18.33±0,57
B. megaterium	26.15±0,57	10.33±0,57
C. albicans	30.24±0,57	37.66±0,57
***Trichophyton* sp.**	20.35±0,57	36.66±0,57
***Epidermophyton* sp.**	18.33±0,57	35.66±0,57

In previous studies, the antimicrobial activities of the essential oils of the aerial parts of *O. vulgare* ssp. *hirtum* against *B. subtilis, B. cereus, S. sureus, S. epidermidis, S. faecalis, E. coli, P. mirabilis, P. vulgaris, P. aeruginosa* were reported to be in the range of 25-100 µg/mL [23].The essential oil of this species effectively inhibited the growth of Gram-negative and Gram-positive bacteria with MIC values ranging from 0.25 to 1 mg/mL [28]. In a different study, the antimicrobial activities of the essential oil contents of *O. vulgare* ssp. *hirtum* grown with different doses of humic acid against *Enterococcus faecalis, Staphylococcus aureus, Candida albicans* and *Candida parapilosis* microorganisms were evaluated. The results obtained have been reported to be quite effective against *S. aureus* and *C. parapisilosis* [29]. In the study conducted by Veres et al. [30], it was reported that some essential oils of this species created a 30 to 43 mm inhibition zone against *C. albicans* strains and a 25 to 58 mm inhibition zone against *E. coli* strains . Ličina et al. [31] reported that the water extract from *O. vulgare* showed a significant effect against species of the genus *Bacillus*, especially *Bacillus pumilus* with MIC < 0.3 mg/mL. Hexane extracts of *O. vulgare* leaves and stems produced 14.1 mm and 14.7 mm inhibition zones against *S. aureus*, respectively, while 11.1 mm and 13.1 mm inhibition zones against *K. pneumoniae*, respectively [32].Weerakkody et al. [33] tested the antimicrobial activity of ethanol, water, and hexane extracts of *O. vulgare* and reported that *E. coli* showed low susceptibility (MIC > 5 mg/mL).

TAS and TOS levels of *O. vulgare* ssp. *hirtum* methanol extract are shown in Table 2. The TAS value of the methanol extract of the plant extract at a concentration of 1 mg/mL was calculated as 3.22 mmol and the TOS value as 8.03 µmol (Table 2).

Table 2. Tas and Tos Values of *O. vulgare* ssp. *hirtum*

	TAS (mmol Trolox equiv./L)	**TOS (µmol H_2O_2 equiv./L)**
***O. vulgare L. ssp*-MetOH**	3.22 ±0,57	8.03 ±0,57

The results on the DPPH radical scavenging effect of different concentrations of methanol extract of aerial parts of *O. vulgare* ssp. *hirtum* are shown in Table 3. In the obtained results, it was determined that the antioxidant effect increased depending on the increase in concentration. It was determined that the highest antioxidant effect of the methanol extract obtained from the aerial parts of *O. vulgare* ssp. *hirtum* plant was at a concentration of 1 mg/mL.

Table 3. Percentage inhibition of DPPH Radical by *O. vulgare* ssp. *hirtum*

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Concentrations	***O. vulgare* ssp. *hirtum* -MetOH**
1000 µg/mL	25.48 ±0.57
500 µg/mL	18.26 ±0.57
250 µg/mL	10.57 ±0.57
125 µg/mL	7.21 ±0.57

In previous studies, the DPPH radical scavenging effects of both essential oils and hydroethanolic extracts of *O. vulgar*e ssp. *hirtum* were reported as 61.76% and 70.90%, respectively [28]. In a different study, both in vivo and in vitro antioxidant effects of *O. vulgare* were determined. The results emphasized that two capsules consisting of 250 mg of hydroalcoholic *O. vulgare* extract (with at least 33% rosmarinic acid) could potentially be the minimum daily dose for antioxidant oral treatment [34]. The DPPH radical scavenging effects of the essential oils of *O. vulgare* were reported to range from 32.71 to 20.91% [35]. In a different study, In *a* different study, it was reported that the antioxidant effect of the essential oils of *Origanum vulgare* ssp *hirtum* was related to the presence of thymol and carvacrol [36]. The antioxidant effects of methanol and aqueous extracts of leaves and flowers of *Origanum vulgare* were evaluated. The results obtained reported that methanol extracts (87.86%-91.40%) showed higher antioxidant effects than water extracts (36.63%-29.54%) [37].The results show that the antioxidant effects of thyme species vary depending on the chemical components they contain, essential oils, solvents used and where the plant is collected.

4. CONCLUSION

The antimicrobial and antioxidant activities of methanol extracts made from the aerial a part of *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* were investigated in this study. Pathogenic microorganisms *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus megaterium*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, and *Epidermophyton*, *Trichophyton* sp. were examined for antimicrobial activity. According to the results, the methanol extract of the plant showed the highest antioxidant effect against *C. albicans* (30mm) and *K. pneumoniae* (30mm). It is seen that the total antioxidant value is good at a concentration of 1 mg/mL, but the DPPH radical scavenging effect is below 50% at the same concentrations. Total oxidant value was found to be within normal values.

REFERENCES

[1] Dragićević, A. *Orıganum vulgare* L. Chemical Profile of The Extracted Volatıle Compounds and Antioxidant and Anti-Inflammatory Activity of Hydrolat. Acta Medica Medianae, 63(3), 2024.

[2] Lombrea, A., Antal, D., Ardelean, F., Avram, S., Pavel, I. Z., Vlaia, L., .. & Danciu, C. A Recent Insight Regarding The Phytochemistry and bioactivity of *Origanum vulgare* L. Essential Oil. International Journal of Molecular Sciences, 21(24), 9653, 2020.

[3] Shabih, S., Hajdari, A., Mustafa, B., Quave, C.L Medicinal Plants in The Balkans with Antimicrobial Properties. In: Chassagne, F. (Ed.), Medicinal Plants as Anti- Infectives. 1st Ed, Academic press, 103-138, 2022.

[4] Węglarz, Z., Kosakowska, O., Przybył, J. L., Pióro-Jabrucka, E., & Bączek, K. The Quality of Greek oregano (*O. vulgare* L. subsp. *hirtum* (Link) Ietswaart) and Common Oregano (*O. vulgare* L. subsp. *vulgare*) Cultivated in The Temperate Climate of Central Europe. Foods, 9(11), 1671, 2020.

[5] Asdal, A., Galambosi, B., Bjorn, G., Olsson, K., Pihlik, U., Radušiene, J. Spice-And Medicinal Plants in The Nordic and Baltic Countries. In Report from a Project Group at the Nordic Gene Bank; Conservation of Genetic Resources; NGB: Alnarp, Norway, 157, 2006.

[6] Stoilova, I., Bail, S., Buchbauer, G., Krastanov, A., Stoyanova, A., Schmidt, E., & Jirovetz, L. Chemical Composition, Olfactory Evaluation and Antioxidant Effects of an Essential Oil of *Origanum vulgare* L. from Bosnia. Natural Product Communications, 3(7), 2008.

[7] Sivicka, I., & Adamovičs, A. Evaluation of Oregano (*Origanum vulgare* L.) Accessions by Complex of Functional Traits. In Envıronment. Technologıes. Resources. Proceedings of The International Scientific and Practical Conference, 330-333, 2024.

[8] Azizi, A., F, Yan and B, Honermeier. Herbage Yield, Essential Oil Content and Composition of Three Oregano (*Origanum vulgare* L.) Populations as Affected by Soil Moisture Regimes and Nitrogen Supply. Industrial Crops and Products, 29, 554 -561, 2009.

[9] Prakash, V., Kumari, A., Kaur, H., Kumar, M., Gupta, S., & Bala, R. Chemical Composition and Anti-Microbial Activity of Essential Oil from Aerial Parts of *Origanum vulgare* L. from North-Western Himalayas. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 24(2), 177-185,2021.

[10] Ozbek, T., Gulluce, M., Sahin, F., Ozkan, H., Sevsay, S., Baris, O. and Turk, J. Investigation of the Antimutagenic Potentials of the Methanol Extract of *Origanum vulgare* L.subsp. *vulgare* in the Eastern Anatolia Region of Turkey. Turkish Journal of Biology, 32(4), 271-276, 2008.

[11] Azimzadeh, Z., Hassani, A., Mandoulakani, B. A., Sepehr, E., & Morshedloo, M. R. Intraspecific Divergence in Essential Oil Content, Composition and Genes Expression

Patterns of Monoterpene Synthesis in *Origanum vulgare* subsp. *vulgare* and subsp. *gracile* Under Salinity Stress. BMC Plant Biology, 23(1), 380, 2023.

[12] Zhang, X.L., Guo, Y.S., Wang, C.H., Li, G.Q., Xu, J.J., Chung, H., Ye, W.C., Li, Y.L., Wang, G.C. Phenolic Compounds from *Origanum vulgare* and Their Antioxidant and Antiviral Activities. Food Chemistry Journal,152, 300-6, 2014.

[13] Elshafie, H.S., Armentano, M.F., Carmosino, M., Bufo, S.A., De Feo, V., Camele, I. Cytotoxic activity of *Origanum vulgare* L. on Hepatocellular Carcinoma Cell Line HepG2 and evaluation of its Biological Activity. Molecules, 22(9),1435, 2017.

[14] Pezzani, R., Vitalini, S., Iriti, M. Bioactivities of *Origanum vulgare* L:An Update. Phytochemistry reviews, 16(6),1253-68, 2017.

[15] Marrelli, M., Statti, G.A., Conforti, F. *Origanum* spp.: An Update of Their Chemical and Biological Profiles. Phytochemistry reviews, 17,873-888, 2018.

[16] Naquvi, K.J., Ahamad, J., Salma, A., Ansari, S.H.,Najmi, A.K. A Critical Review on Traditional Uses, Phytochemistry and Pharmacological Uses of *Origanum vulgare* Linn. International Research Journal of Pharmacy, 10, 7-11, 2019.

[17] Yan, F, Azizi, A., Janke, S., Schwarz, M., Zeller, S., Honermeier, B. Antioxidant Capacity Variation in The oregano (*Origanum vulgare* L.) Collection of the German National Genebank. Industrial Crops and Products, 92,19-25, 2016.

[18] JafariKhorsand, G., Morshedloo, MR., Mumivand, H., EmamiBistgani, Z., Maggi, F., Khademi, A. Natural Diversity in Phenolic Components and Antioxidant Properties of Oregano (*Origanum vulgare* L.) Accessions, Grown Under The Same Conditions. Scientific Reports,12(1):1-9. 2022.

[19] Morshedloo, M.R., Mumivand, H., Craker, L.E., & Maggi, F. Chemical Composition and Antioxidant Activity of Essential Oils in *Origanum vulgare* subsp. *gracile* at Different Phenological Stages and Plant Parts. Journal of food processing and preservation, 42(2), e13516, 2017.

[20] Kokkini, S. Taxonomy, Diversity and Distribution of *Origanum* species. In Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano; Padulosi, S., Ed.; CIHEAM Valenzano: Bari, Italy,122-132, 1997.

[21] Ietswaart, J.H.A Taxonomic Revision of the Genus *Origanum*; Leiden University Press: The Hague, The Netherlands; Boston, MA, USA; London, UK, 1980.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[22] Oliwier, G.W. The world market of oregano. In Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano; Padulosi, S., Ed. CIHEAM Valenzano: Bari, Italy, 141-146, 1996.

[23] De Martino, L., De Feo, V., Formisano, C., Mignola, E., & Senatore, F. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of The Essential Oils from Three Chemotypes of *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart Growing Wild in Campania (Southern Italy). Molecules, 14(8), 2735-2746, 2009.

[24] Collins, C.H., Lyne, P.M. Mikrobiyological Methots.Butter Morths and Co (Publishers) Ltd.,London, 450, 1987.

[25] Erel, O. A Novel Automated Direct Measurement Method for Total Antioxidant Capacity Using a New Generation, More Stable ABTS Radical Cation. Clinical Biochemistry, 37, 277-285, 2004.

[26] Erel, O.A. New Automated Colorimetric Method for Measuring Total Oxidant Status. Clinical Biochemistry, 38, 1103-1111, 2005.

[27] İnci, Ş., Kadıoğlu Dalkılıç, L., Dalkılıç, S., Kırbağ, S. Antimicrobial And antioxidant effect of *Helvella leucomelaena* (Pers.) Nannf. Artvin Coruh University Journal of Forestry Faculty, 20, 249-25, 2019.

[28] Kosakowska, O., Węglarz, Z., Pióro-Jabrucka, E., Przybył, J.L., Kraśniewska, K., Gniewosz, M., & Bączek, K. Antioxidant and Antibacterial Activity of Essential Oils and Hydroethanolic Extracts of Greek oregano (*O. vulgare* L. subsp. *hirtum* (Link) Ietswaart) and common oregano (*O. vulgare* L. subsp. *vulgare*). Molecules, 26(4), 988, 2021.

[29] Aytaç, Z., Gülbandılar, A., & Kürkçüoğlu, M. Humic Acid İmproves Plant Yield, Antimicrobial Activity and Essential Oil Composition of Oregano (*Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum* (Link.) Ietswaart). Agronomy, 12(9), 2086, 2022.

[30] Veres, K., Varga, E., Schelz, Z., Molnár, J., Bernáth, J., & Máthé, I. Chemical Composition and Antimicrobial Activities of Essential Oils of Four Lines of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Link) Ietswaart Grown in Hungary. Natural Product Communications, 2(11), 2007.

[31] Ličina, B.Z., Stefanović, O.D., Vasić, S. M., Radojević, I.D., Dekić, M.S., & Čomić, L. R. Biological Activities of The Extracts from Wild Growing *Origanum vulgare* L. Food Control, 33(2), 498-504, 2013.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[32] Rahbar, N., Shafaghat, A., & Salimi, F. Antimicrobial Activity and Constituents of The Hexane Extracts from Leaf and Stem of *Origanum vulgare* L. ssp. *viride* (Boiss.) Hayek. Growing Wild in Northwest Iran. Journal of Medicinal Plants Research, 6(13), 2681-2685, 2012.

[33] Weerakkody, N.S., Caffin, N., Turner, M.S., & Dykes, G.A. In Vitro Antimicrobial Activity of Less-Utilized Spice and Herb Extracts Against Selected Food-Borne Bacteria. Food Control, 21(10), 1408-1414, 2010.

[34] De Torre, M.P., Vizmanos, J.L., Cavero, R.Y., & Calvo, M.I. Improvement of Antioxidant Activity of Oregano (*Origanum vulgare* L.) With an Oral Pharmaceutical form. Biomedicine & Pharmacotherapy, 129, 110424, 2020.

[35] Ozdemir, N., Ozgen, Y., Kiralan, M., Bayrak, A., Arslan, N., & Ramadan, M. F. Effect of Different Drying Methods on The Essential Oil Yield, Composition and Antioxidant Activity of *Origanum vulgare* L. and *Origanum onites* L. Journal of Food Measurement and Characterization, 12, 820-825, 2018.

[36] Milos, M., Mastelic, J., & Jerkovic, I. Chemical Composition and Antioxidant Effect of Glycosidically Bound Volatile Compounds from Oregano (*Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum*). Food chemistry, 71(1), 79-83. 2000.

[37] Bešta-Gajević, R., Karalija, E., Jerković-Mujkić, A., Karadža, D., Smajlović-Skenderagić, L., & Dahija, S. Antimicrobial and Antioxidant Activity of The Extracts from Wild Growing *Origanum vulgare* L. Genetics & Applications, 2(2), 62-66, 2018.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

CYTOTOXIC EFFECT OF ETHANOL EXTRACT OF *TRİCHOLOMA ATROSQUAMOSUM* SACC.

Asst. Prof. Dr. ŞULE İNCİ

T.C. Istanbul Rumeli University
sule.inci@rumeli.edu.tr - 0000-0002-4022-5269

Prof. Dr. SEVDA KIRBAĞ
Fırat University
skirbag@firat.edu.tr - 0000-0002-4337-8236

Prof. Dr. IŞIK DİDEM KARAGÖZ
Gaziantep University
karagozid@gmail.com - 0000-0001-6527-2750

ABSTRACT

Cancer is one of the most important health problems of our age, resulting from uncontrolled cell proliferation. Therefore, the treatment methods and drugs used in the fight against this disease are very important. Especially when the side effects of drugs used in recent years are considered, the need for alternative treatments is increasing. Mushrooms are natural products used in the treatment of various diseases throughout history. Today, it is known that mushrooms are used as supportive food supplements in cancer treatments in Far Eastern countries. Therefore, in this study, the cytotoxic effect of ethanol extract of *Tricholoma atrosquamosum* Sacc. against HeLa cell line was determined at concentrations of 400 µg and 200 µg. 3-(4.5dimethylthiazol-2-iyl)-2.5-diphenyl tetrazolium bromide (MTT) method was used to determine the cytotoxic effect. The results obtained showed that the ethanol extract of *T. atrosquamosum* at 400 µg/mL and 200 µg/mL concentrations showed significant cytotoxic effects of 13.08 ± 0.04% and 14.07 ± 0.24% at 48 hours, respectively. The cytotoxic results obtained with T. fracticum extract against HeLa cell line may be significant and further studies are required to add this species, which is less studied among *Tricholoma* species, to the literature.

Keywords: Mushroom, *Tricholoma atrosquamosum*, MTT, Cytotoxic effect

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

TRİCHOLOMA ATROSQUAMOSUM SACC.'IN ETANOL EKSTRESİNİN SİTOTOKSİK ETKİSİ

ÖZET

Kanser, kontrolsüz şekilde hücrelerin çoğalması sonucu ortaya çıkan ve çağımızın en önemli sağlık sorunlarından biridir. Bu nedenle bu hastalıkla mücadelede kullanılan tedavi yöntemleri ve ilaçlar oldukça önemlidir. Özellikle son yıllarda kullanılan ilaçların yan etkileri düşünüldüğünde alternatif tedavilere duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır. Mantarlar tarih boyunca çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan doğal ürünlerdendir. Günümüzde Uzak doğu ülkelerinde kanser tedavilerinde mantarların destekleyici takviye gıda olarak kullanıldığı bilinmektedir. Bu nedenle bu çalışmada *Tricholoma atrosquamosum* Sacc.'ın etanol ekstresinin HeLa hücre hattına karşı 400 µg ve 200 µg konsantrasyonlardaki sitotoksik etkisi belirlenmiştir. Sitotoksik etkinin tespit edilmesi için 3-(4,5dimetiltiazol-2-iyl)-2,5-difenil tetrazolyum bromür (MTT) yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda *T. atrosquamosum*'un etanol ekstresinin 400 µg/mL ve 200 µg/mL konsantrasyonda 48. saatte sırasıyla %13.08 ± 0.04 ve %14.07± 0.24 önemli sitotoksik etki göstermiştir. *T. atrosquamosum* ekstresinin HeLa hücre hattına karşı elde edilen sitotoksik sonuçlarının önemli olabileceğini ve *Tricholoma* türleri arasında daha az çalışılan bu türün literetüre kazandırılması için daha fazla çalışılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mantar, *Tricholoma atrosquamosum*, MTT, Sitotoksik etki

1. INTRODUCTION

Cancer is the most important public health problem of our time, being responsible for one in every six deaths worldwide and one in every four deaths from non-communicable diseases (NCDs) [1]. Among cancer types, the incidence of cervical cancer is around 80%. The incidence and mortality of this type of cancer are higher in developing countries than in developed countries [2]. In the treatment of cervical cancer, it is very important to know the characteristics of the tumor as well as the forms and routes of spread. Therefore, appropriate radiotherapy and chemoradiotherapy treatment methods are applied [3]. However, it is known that the treatment methods generally used in cancer treatments destroy cancerous cells while also damaging healthy cells. Therefore, due to the high side effects of drugs used in cancer treatment, people have turned to alternative medicine.

Among natural products, capped mushrooms are the most used recently. It has been reported that especially species belonging to Basidiomycetes and the compounds they contain are used in cancer treatment and even healing and are promising in ending the disease [4]. It has been found that the compounds found in the *Tricholoma* genus belonging to Basidiomycetes (triterpenoids, terreolides, saponaceolides, meroterpenoids, terreumols, tricholoperdins, ergosterol derivatives, matsutacon, matsutoic acid, etc.) exhibit significant bioactivity [5-7]. Terreumol A, C, D and saponaceolid Q have been found to have specific cytotoxic activity against many human cancer cell lines [6]. The anticancer activity of some species of the *Tricholoma* genus has been investigated and positive results have been obtained [2, 7-10]. This ancient and edible species has been used as a medicinal mushroom since ancient times. It

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

exhibits biological activities especially thanks to its secondary metabolites. It has been reported that *Tricholoma* sp. polysaccharides have whitening effects [11], its peptides exhibit immunomodulatory activity [12], and *Tricholoma* sp. sterols exhibit good anti-acetylcholinesterase activity [13]. Therefore, this study aimed to determine the cytotoxic effect of ethanol extract of *Tricholoma atrosquamosum* Sacc. against HeLa cell line.

2. MATERIALS AND METHODS

2. 1. Collection, Identification and Extraction of Sample

T. atrosquamosum samples were collected from Bayburt-Erzurum Kop Mountain in 2023. After macroscopic and microscopic studies, it was identified by Fırat University Prof. Dr. Sevda KIRBAĞ. Then, the sample was dried, powdered and weighed 30 g. 160 mL of 96% methanol (EtOH) was added to the samples and the extraction process was performed in the Soxhlet device. Then, the remaining alcohol in the extracts was removed at 40ºC using a rotary evaporator.

2.2. Cytotoxic Activity

The cell stored at -80 °C was thawed before the study and placed in medium (DMEM containing 10% FBS, 1% penicillin-streptomycin and 1% L-glutamine) and incubated in a 5% CO_2 environment. The anti-cancer effect of EtOH extracts of *T. atrosquamosum* was determined by MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) assay method. After Hep3B cells grown in 25 cm^2 flasks became confluent, the medium was washed with 2 mL of sterile PBS solution. Then, 1 mL of Trypsin-EDTA was added to the flask and incubated for 2 minutes at 37°C in a 5% CO_2 incubator. After the cells were removed from the surface, 5 mL of medium was added to the medium to inactivate Trypsin-EDTA. The cells were taken from the flask and centrifuged at 800 rpm for 10 minutes in a 15 mL falcon. The supernatant was discarded and the pellet was dissolved in a new medium. The cells were then counted and 100 µL was added to 96-well culture plates ($5x10^3$ cells per well). They were incubated for 24 hours at 37°C in a 5% CO_2 incubator. After incubation, 100 µL of methanol extracts at different concentrations (400 µg/mL, and 200 µg/mL) were added and incubated at 37°C in a 5% CO_2 environment for 48 hours. At the end of incubation, 20 µL of MTT solution prepared in PBS was added and the color intensity formed in the cells at the end of 4 hours of incubation was measured by absorbance measurement at a wavelength of 570 nm on a spectrophotometer (Thermo Scientific, America). Cispilatin (100 µg/mL) was used as a positive control [14].

3. RESULTS ANS DISCUSSION

The cytotoxic effect of EtOH extract of *T. atrosquamosum* at 400 µg/mL and 200 µg/mL concentrations against Hela cell line was determined as 13.08 ± 0.04% and 14.07 ± 0.24% at 48 hours, respectively. In the study, cell viability of cispilatin at 100 µg/mL concentration was calculated as 4.12 ± 0.18% (Table 1).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Table 1. Cytotoxic Effect Of Different Concentrations of Ethanol Extracts of *T. atrosquamosum* Against Hela Cells At 48 Hours (%)

Concentration	48 hour
200 µg/mL	14.07 ± 0.24
400 µg/mK	13.08 ± 0.04
Ciplatin	13.95± 0.05

In previous studies, pure extracts of *Tricholama* species and secondary compounds isolated from them have been reported to have cytotoxic effects against cell lines such as HepG2 [15, 16], MCF-7 [17], HeLa [18], sarcoma 180 tumor [19], Caco-2 [20], A-549 [21], HL-60, SMMC-7721, SW480, K562 [22]. There are also reports in the literature that different fungal species have cytotoxic effects. The IC_{50} value of methanol extract of *C. comatus* against HepG2 cells at 48 hours was reported as 3.89 mg/mL [23]. Cell viabilities against *Pleurotus sajor-caju* and *Agaricus bisporus*, LS-513 cell line were reported as 79.60 ± 0.53% and 82.83 ± 0.42%, respectively [24]. The results may vary depending on the type of mushroom used, the dose used, and the type of cancer.

4. CONCLUSION

The secondary metabolites and extracts of mushrooms attract considerable attention in cancer research. Because there are studies showing that these species, which we can easily collect and access from nature, strengthen immunity with their antioxidant effects and reduce the side effects of chemotherapy by acting as an adjuvant in cancer treatments. Therefore, the cytotoxic effect of *T. atrosquamosum* used in the study is remarkable, but it is a species whose biological activities have not yet been explored. We anticipate that the results may be important in terms of being added to the literature.

REFERENCES

[1] Bray, F., Laversanne, M., Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Soerjomataram, I., & Jemal, A. (2024). Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA: a cancer journal for clinicians, 74(3), 229-263.

[2] Özsoy, H. M. (2013). Erken evre serviks kanseri. Türk Jinekolojik Onkoloji Dergisi, 16 (1), 1-4.

[3] Yetmen, Ö., Aktaş, C., & Bakkal, H. (2012). Serviks kanserinde radyoterapi tedavisinin yeri ve önemi. Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi, 11(2), 35-40.

[4] Bézivin, C., Lohézic, F., Sauleau, P., Amoros, M., & Boustie, J. (2002). Cytotoxic activity of Tricholomatales determined with murine and human cancer cell lines. Pharmaceutical biology, 40(3), 196-199.

[5] Feng, T., Gan, X. Q., Zhao, Y. L., Zhang, S. B., Chen, H. P., He, J., Zheng, Y.-S., Sun, H., Huang, R., Li, Z.-H., & Liu, J. K. (2019). Tricholopardins A and B, anti-inflammatory terpenoids from the fruiting bodies of *Tricholoma pardinum*. Journal of natural products, 82(1), 45-50.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[6] Yin, X., Feng, T., Li, Z. H., Dong, Z. J., Li, Y., & Liu, J. K. (2013). Highly oxygenated meroterpenoids from fruiting bodies of the mushroom *Tricholoma terreum*. Journal of natural products, 76(7), 1365-1368.

[7] Yin, X., Feng, T., Shang, J. H., Zhao, Y. L., Wang, F., Li, Z. H., ... & Liu, J. K. (2014). Chemical and toxicological investigations of a previousl unknown poisonous European mushroom *Tricholoma terreum*. Chemistry–A European Journal, 20(23), 7001-7009.

[8] Yang, S., Ren, X., Sheng, J., Lu, J., Li, T., Tang, F., ... & Teng, L. (2010). Preparation and the antitumor activity in vitro of polysaccharides from *Tricholoma matsutake*. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 26, 497-503.

[9] Clericuzio, M., Mellerio, G. G., Finzi, P. V., & Vidari, G. (2018). Secondary metabolites isolated from Tricholoma species (Basidiomycota, Tricholomataceae): A review. Natural Product Communications, 13(9), 1934578X1801300926.

[10] Pushpa, H., Anand, M., Kasimaiah, P., Pradeep, P. J. V. S., & Purushothama, K. B. (2014). Antioxidant and anticancer activity of *Tricholoma giganteum* Massee an edible wild mushroom. Acad J Can Res, 7(2), 146-151.

[11] Cheng, H., Liu, Y. H., Liu, X. Y., Liu, G. R., He, C. F., & Li, L. (2013). Separation and purification as well as whitening efficacy of polysaccharide from *Tricholoma matsutake* Sing. China Surfactant Detergent and Cosmetics, 43(2), 134-138.

[12] Li, M., Ge, Q., Du, H., Jiang, P., Bao, Z., Chen, D., & Lin, S. (2021). Potential mechanisms mediating the protective effects of *Tricholoma matsutake*-derived peptides in mitigating DSS-induced colitis. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 69(19), 5536-5546.

[13] Zhao, Z. Z., Chen, H. P., Wu, B., Zhang, L., Li, Z. H., Feng, T., & Liu, J. K. (2017). Matsutakone and matsutoic acid, two (nor) steroids with unusual skeletons from the edible mushroom *Tricholoma matsutake*. The Journal of Organic Chemistry, 82(15), 7974-7979.

[14] Mosmann, T. (1983). Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. Journal of immunological methods, 65(1-2), 55-63.

[15] Sadi, G., Emsen, B., Kaya, A., Kocabaş, A., Çınar, S., & Kartal, D. I. (2015). Cytotoxicity of some edible mushrooms extracts over liver hepatocellular carcinoma cells in conjunction with their antioxidant and antibacterial properties. Pharmacognosy magazine, 11(Suppl 1), S6.

[16] İnci, Ş., Karagoz, I. D., & Kırbağ, S. (2024). *Tricholoma fracticum* Ekstresinin Hep3B Hücreleri Üzerindeki Sitotoksik Etkisi. Mantar Dergisi, 15(1), 1-6.

[17] Li, X., Lu, Y., Zhang, W., Yuan, S., Zhou, L., Wang, L., Ding, Q., Wang, D., Yang, W., & Chen, Y. (2016). Antioxidant capacity and cytotoxicity of sulfated polysaccharide TLH-3 from *Tricholoma lobayense*. International journal of biological macromolecules, 82, 913-919.

[18] Shi, C., Peng, Y. L., He, J., Li, Z. H., Liu, J. K., & Feng, T. (2021). Structures, chemical conversions, and cytotoxicity of tricholopardins C and D, two *Tricholoma t*riterpenoids from the wild mushroom *Tricholoma pardinum*. Natural Products and Bioprospecting, 11, 235-241.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[19] Wang, H. X., Liu, W. K., Ng, T. B., Ooi, V. E. C., & Chang, S. T. (1995). Immunomodulatory and antitumor activities of a polysaccharide-peptide complex from a mycelial culture of Tricholoma sp., a local edible mushroom. Life sciences, 57(3), 269-281.

[20] Pachón-Peña, G., Reyes-Zurita, F. J., Deffieux, G., Azqueta, A., de Cerain, A. L., Centelles, J. J., Creppy, E.E., & Cascante, M. (2009). Antiproliferative effect of flavomannin-6, 6′-dimethylether from Tricholoma equestre on Caco-2 cells. Toxicology, 264(3), 192-197.

[21] Gilardoni, G., Negri, F., Vita Finzi, P., Hussain, F. H., & Vidari, G. (2023). New tricholidic acid triterpenoids from the mushroom *Tricholoma ustaloides* collected in an Italian beech wood. Molecules, 28(9), 3864.

[22] Zhang, F. L., Yang, H. X., Wu, X., Li, J. Y., Wang, S. Q., He, J., ... & Liu, J. K. (2020). Chemical constituents and their cytotoxicities from mushroom *Tricholoma imbricatum*. Phytochemistry, 177, 112431.

[23] Sadi, G., Emsen, B., Kaya, A., Kocabaş, A., Çınar, S., & Kartal, D. I. (2015). Cytotoxicity of some edible mushrooms extracts over liver hepatocellular carcinoma cells in conjunction with their antioxidant and antibacterial properties. Pharmacognosy magazine, 11(Suppl 1), S6.

[24] Elhusseiny, S. M., El-Mahdy, T. S., Awad, M. F., Elleboudy, N. S., Farag, M. M., Aboshanab, K. M., & Yassien, M. A. (2021). Antiviral, cytotoxic, and antioxidant activities of three edible agaricomycetes mushrooms: *Pleurotus columbinus*, *Pleurotus sajor-caju*, and *Agaricus bisporus*. Journal of Fungi, 7(8), 645

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

FREECAD VE OPENFOAM İLE MODEL BİR TAŞITIN ETRAFINDAKİ AKIŞ KARAKTERİSTİĞİ ANALİZİ

FLOW CHARACTERISTICS ANALYSIS AROUND A MODEL VEHICLE WITH FREECAD AND OPENFOAM

Dr. Öğr. Üyesi Murat KAPUSUZ

Sinop Üniversitesi,

mkapusuz@sinop.edu.tr - 0000-0002-2243-8551

ÖZET

Bu çalışmada standart ölçülere sahip küçük detayları kaldırılmış model bir taşıtın (ahmed model-ahmed body) aerodinamik davranışı hesaplamalı akışkanlar dinamiği analizi ile araştırılmıştır. Analiz için simülasyon programı olarak OpenFoam yazılımı kullanılmıştır. FreeCad yazılımında model çizimi yapılmış, yine FreeCad üzerinde Cfmesh algoritması kullanılarak ağ yapısı oluşturulmuştur. Akış alanı yapısı, akışkan özellikleri ve sınır şartları FreeCad üzerinde belirlendikten sonra OpenFoam üzerinde simülasyonlar tamamlanmıştır. Elde edilen sonuçlar ParaView yazılımı ile görselleştirilmiştir. Çalışmada sırasıyla 15 m/s, 30 m/s ve 60 m/s (54 km/sa, 108 km/sa ve 216 km/sa) hızlar için 30º'lik arka yüzey eğimi ile simülasyonlar tekrarlanmıştır. Elde edilen hız dağılım sonuçları ve akış yapısı literatürden elde edilen deneysel veriler ve diğer yazılımlarda elde edilen simülasyon sonuçları ile karşılaştırılarak doğrulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: FreeCad, OpenFoam, ParaView, Ahmed modeli, Aerodinamik, Akış Analizi

ABSTRACT

Using computational fluid dynamics analysis, the aerodynamic behavior of a model vehicle (Ahmed body) with standard dimensions and minor details eliminated was examined in this paper. The simulation program used for the analysis was OpenFoam software. The model was drawn using FreeCad software, and once more, the Cfmesh algorithm was used to construct the mesh structure on FreeCad. Simulations were carried out on OpenFoam following the determination of the flow characteristics, fluid properties, and boundary conditions on FreeCad. The obtained results were visualized with ParaView program. In the study, simulations were repeated with a 30° slant angle for speeds of 15 m/s, 30 m/s, and 60 m/s (54 km/h, 108 km/h, and 216 km/h), respectively. The obtained velocity distribution results and flow structure were verified by comparing them with experimental data and simulation results obtained in other softwares from the literature.

Anahtar Kelimeler: FreeCad, OpenFoam, ParaView, Ahmed body, Aerodynamic, Flow Analysis

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. GİRİŞ

Bu çalışmada hesaplamalı akışkanlar dinamiğinde (HAD) kült haline gelmiş olan Ahmed model [1] taşıtının farklı hızlar için analizi yapılmış ve literatürde bulunan benzer deneysel ve modelleme çalışmaları ile karşılaştırılmıştır. Analizde kullanılan tüm yazılımlar açık kaynaklı ve ücretsiz yazılımlardır.

Ahmed model için literatürde yapılmış birçok çalışma mevcuttur. İlk yapılan çalışma 1984'te yapılmış olup deneysel bir çalışmadır[1]. 60 m/s hız için detaylı deneyler yapılmış olup model taşıtın arka kısmında geriye doğru uzanan ve at nalı olarak isimlendirilen uzun iki girdap ve çok daha küçük; model arka düzlemine paralel iki farklı girdap daha oluşmuştur. Bu çalışmada kullanılan taşıt modeli zamanla bir standart haline gelmiş ve birçok çalışmada tekrar araştırılmıştır.

Sao Paulo Üniversitesinde yapılan bir çalışmada Ahmed model için 30 m/s hız için deneysel ve modelleme araştırmaları yapılmıştır. HAD analizi için Fluent yazılımı kullanılmış, türbülans modeli olarak k-ω ve k- ω SST modelleri kullanılmıştır. k- ω SST modelinin başarılı sonuçlar ürettiği k- ω modelinin yetersiz kaldığı tespit edilmiştir[2].

2022 yılında yapılan bir çalışmada Ahmed model HAD analizlerinde kullanılacak ağ yapılarının daha başarılı sonuçlar verecek şekilde nasıl oluşturulacağına dair araştırma ve denemeler yapılmıştır. Kabaca oluşturulan ağ yapıları ile deneysel sonuçlardan uzaklaşıldığı, doğru stratejilerle, daha az hesaplama yükü ile deney sonuçlarına daha fazla yaklaşılabileceği kanıtlanmıştır[3].

İskenderun Teknik Üniversitesinde yapılan bir çalışmada Ahmed modelinde çeşitli modifikasyonların yapılması ile sürükleme katsayısının değişimi incelenmiştir. Üst kenarlara 25 mm yuvarlatma vererek sürtünme katsayısında %6 azalma elde edilmiştir[4].

Pulla Reddy Mühendislik Koleji'nde yapılan bir çalışmada HAD analizi ile Ahmed modele ait kaldırma ve sürtünme katsayıları incelenmiş, arka eğim açısı 25^o alınmış, çizim için Catia yazılımı, HAD analizi için Fluent yazılımı kullanılmıştır. Sürüklenme katsayısı 1.146 ve kaldırma katsayısı 0.399 olarak elde edilmiştir[5].

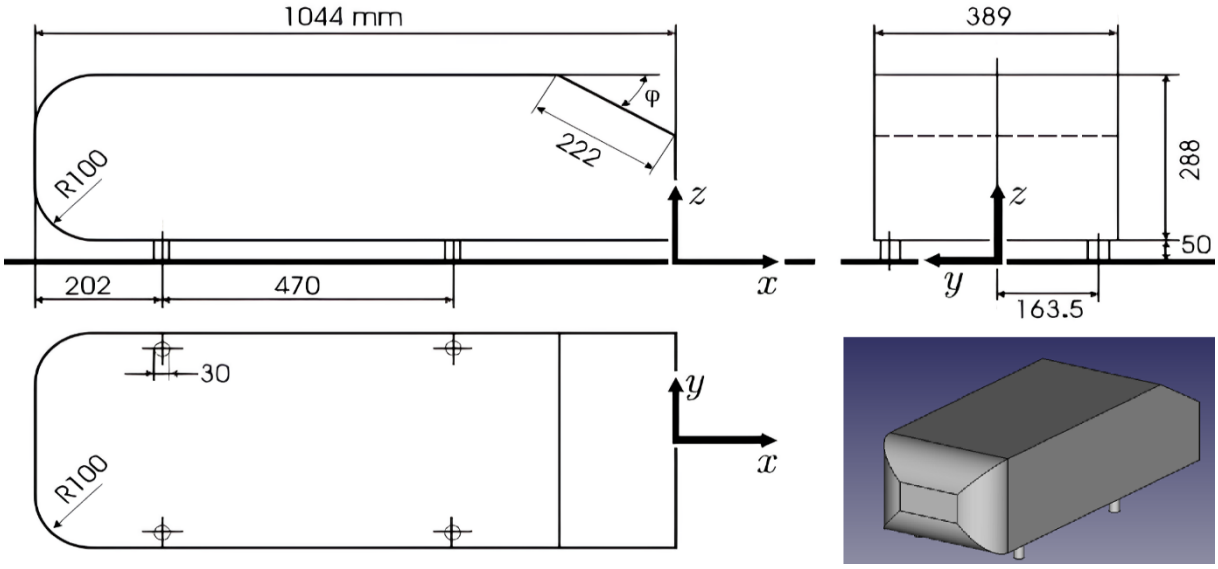
Literatür üzerinde yapılan araştırmalar sonucu, bir standart haline gelmiş Ahmed modelin araştırılarak doğrulanması; uygulanan açık kaynak yazılımların doğru sonuçlara ne kadar yaklaştığının incelenmesi yönünden ve diğer yazılımların başarıları ile karşılaştırılması yönünden önemli olduğu görülmüştür.

2. HAD ANALİZİ

HAD analizi için sırasıyla FreeCad, OpenFoam ve ParaView yazılımları kullanılmıştır. Modele ait çizimler, akış alanının oluşturulması, ağ yapısı tasarımı ve oluşturulması, akış alanı, sınır şart ve özellikleri, akışkan özelliklerinin belirtilmesi FreeCad programında yapılmıştır. Türbülans modeli olarak k-ω SST modeli kullanılmıştır. Ağ yapısı literatürdeki benzer çalışmalar doğrultusunda 80 mm çözünürlükle belirlenmiş, gövde etrafında 50 mm kalınlıkla;

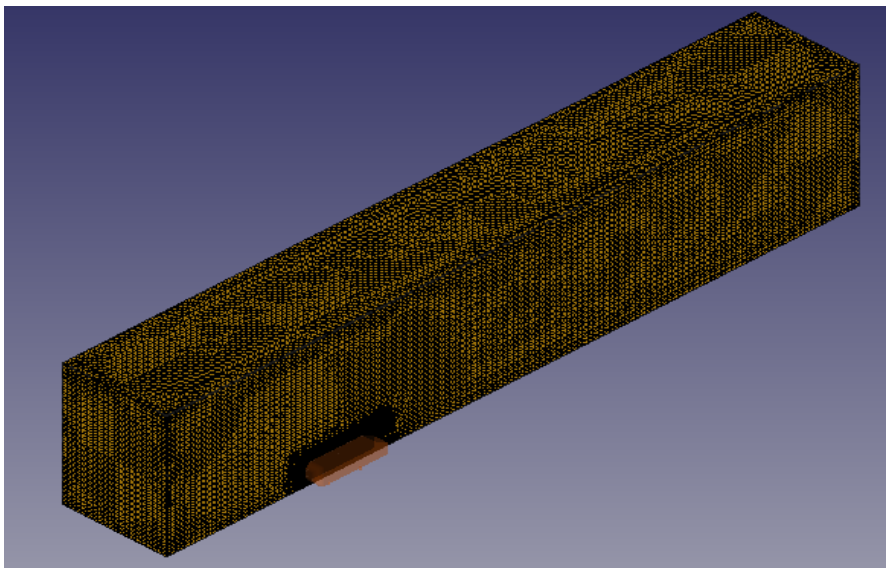
ISBN NR: 978-625-5962-02-7

16mm çözünürlükte mesh iyileştirme uygulanmıştır. Ağ oluşturma için Cfmesh algoritması kullanılmıştır. Ahmed modele ait ölçüler görsel 1'de verilmiştir.



Görsel 1. Ahmed modeli standart ölçüleri[1]

Belirlenen akış özellikleri ve türbülans modele bağlı olarak OpenFoam çalıştırılmış ve çözümleme sağlanmıştır. İterasyonlarda artıklar için tolerans değeri 10^{-4} olarak belirlenmiştir. İterasyonlar tamamlandıktan sonra sonuçlar ParaView yazılımında görselleştirilmiştir. Akış alanı ağ yapısı ise görsel 2'de verilmiştir. Akış alanı oluşturulurken geometrinin yarısı alınarak simetri özelliği kullanılmıştır. Akış için yeterli büyüklükte prizmatik alan seçildikten sonra bu alandan Ahmed model geometrisi çıkarılarak akış alanı oluşturulmuştur. Ahmed model tam gövdesi şekil ve konumu görselde turuncu olarak görülmektedir. Koordinat sistemi; Taşıt gövdesi arka, orta, yere bitişik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Koordinat sistemi yerleşimi görsel 1'de de belirtilmiştir. Ahmed model boyu olan 1044 mm; L olmak üzere Koordinat sistemi prizmatik akış alanı içerisinde girişten itibaren 3L boyuna yerleştirilmiştir. Yani taşıt modelinden önce 2L mesafe sonrasında 7L mesafe bulunmaktadır.



Görsel 2. Ahmed Model için akış alanı

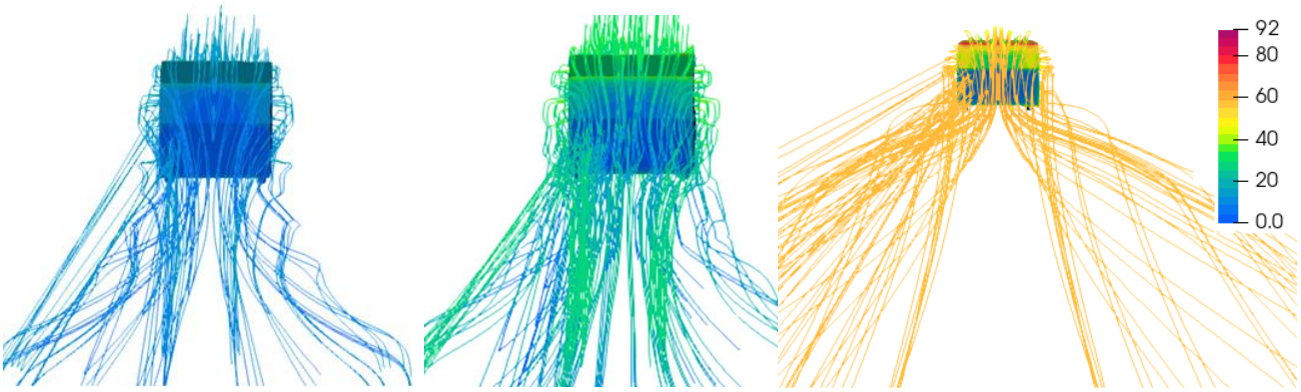
ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Akışkan olarak standart hava özellikleri tanımlanmıştır. Literatürde taşıt modeli arka yüzeyi eğim açısı φ (slant angle) olarak verilmekte olup birçok farklı açı için araştırmalar mevcuttur. Bu çalışmada eğim açısı 30^o olarak alınmıştır. 15 m/s, 30 m/s ve 60 m/s (54 km/sa, 108 km/sa ve 216 km/sa) hızlar için analizler tekrarlanmıştır. Sonuçlar literatür ile karşılaştırılarak analizin başarılı olduğuna karar verilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Elde edilen sonuçlar ParaView yazılımında görselleştirilerek türbülans girdapları ve hız dağılımları analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Ahmed ve arkadaşları,1984[1] ve Korkischko ve Meneghini, 2007 [2] çalışmaları ile karşılaştırılmıştır.

Model taşıt ön kısmında hız artışı ile akım çizgilerinde kayda değer bir değişme olmamıştır. Fakat arka kısımda türbülans alanı dediğimiz alanda büyük değişimler olmuştur. Analiz ile elde edilen; taşıtın arkasında oluşan türbülans yapıları görsel 3 ve 4'te verilmiştir.

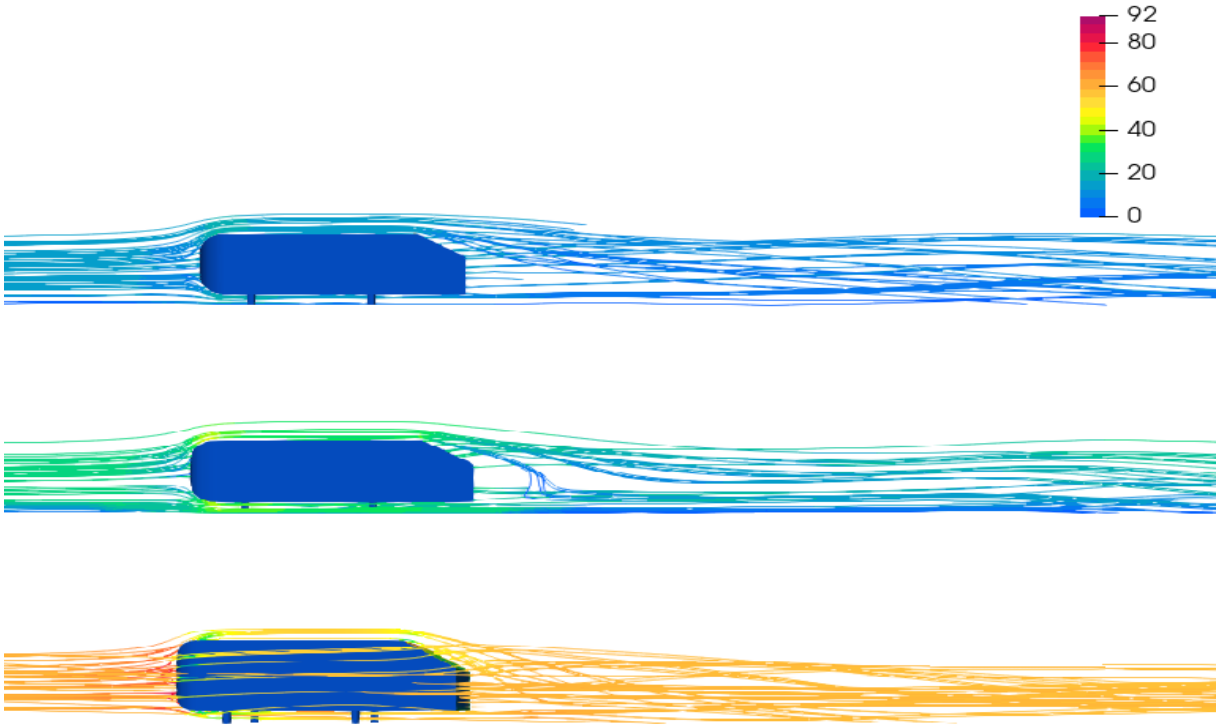


Görsel 3. Ahmed model arka kısmında türbülans yapısı, soldan sağa sırasıyla 15m/s, 30 m/s ve 60 m/s için

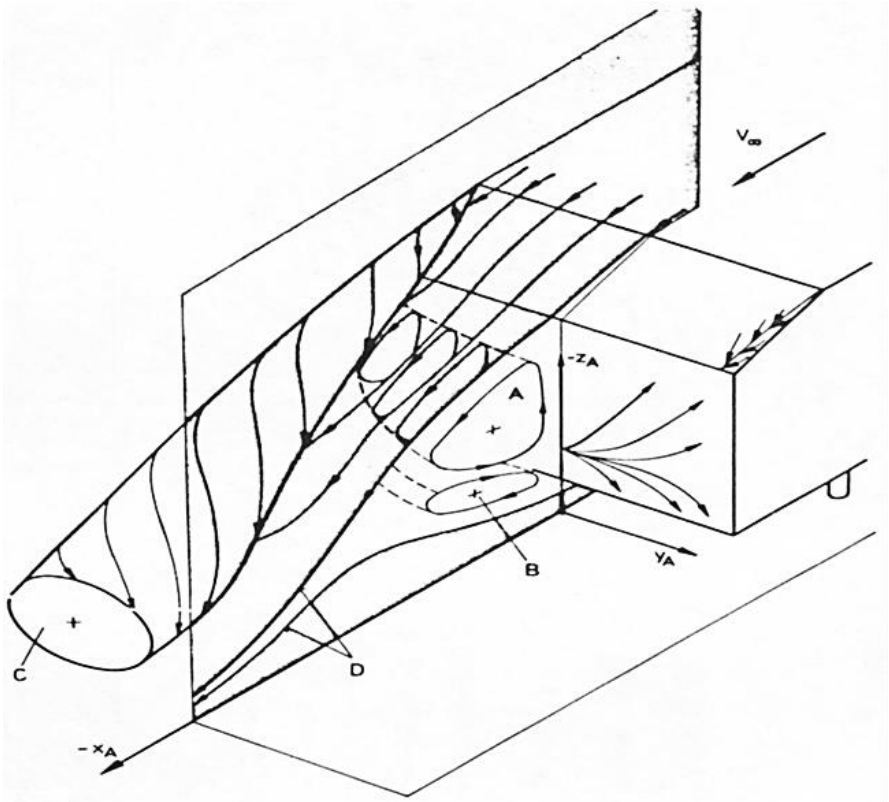
Görsel 3'te literatürde at nalı olarak isimlendirilen akım çizgilerinin iki yana doğru açıldığı türbülans yapısı görülmektedir.

Görsel 4'ten fark edileceği üzere hız değeri arttıkça taşıt modeli arkasındaki girdap yapısının küçüldüğü, görsel 3'te ise at nalı türbülansının birbirinden uzaklaşma miktarının arttığı görülmektedir. Karşılaştırmanın yapıldığı Ahmed ve arkadaşları, 1984 [1] çalışması için akış yapısı görsel 5'teki şekli ile verilmektedir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

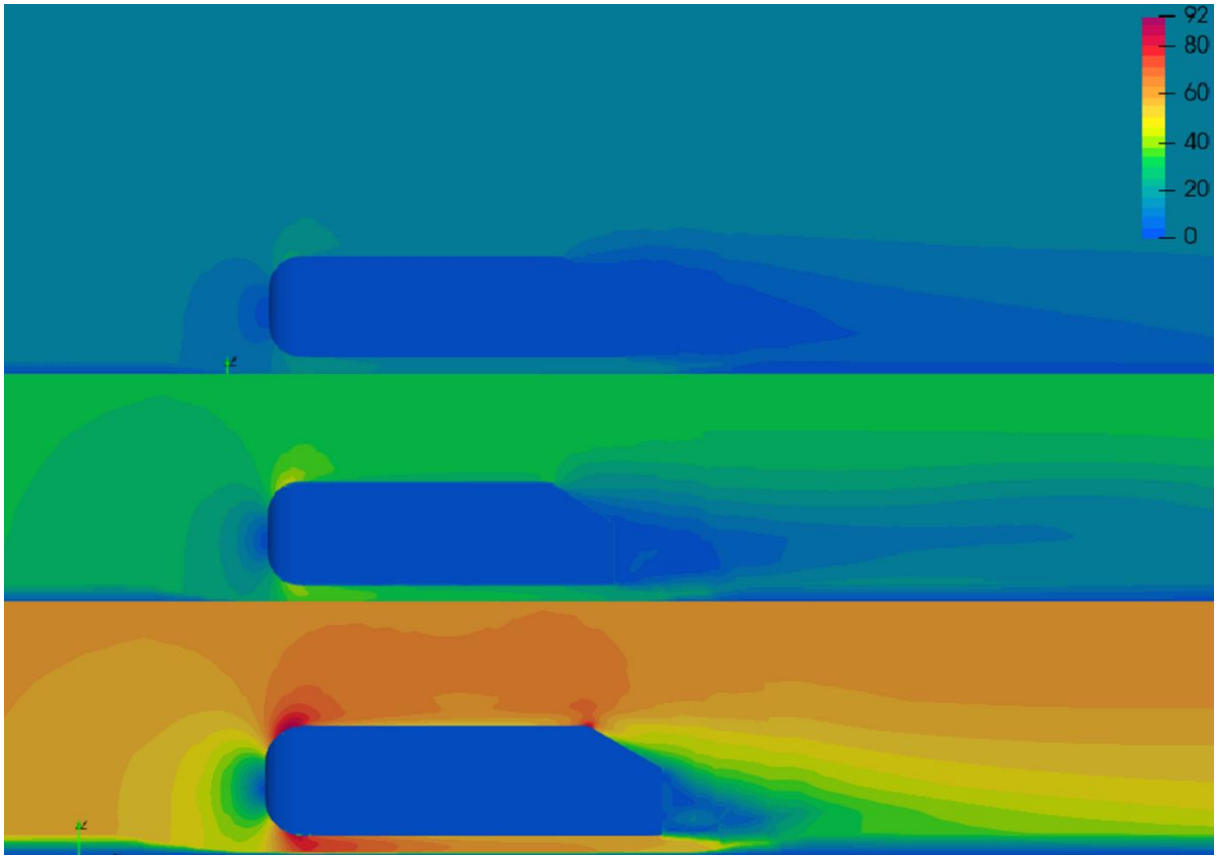


Görsel 4. Ahmed model türbülans yapısı yandan görünüşü, üstten alta sırasıyla 15m/s, 30 m/s ve 60 m/s için



Görsel 5. Ahmed model için 60 m/s hız ve 30º eğim açısında akış yapısı deneysel sonuçları (Ahmed ve arkadaşları, 1984'ten alınarak düzenlenmiştir[1].)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 6. Ahmed model için elde edilen hız dağılımları, üstten alta sırasıyla 15m/s, 30 m/s ve 60 m/s için

Hız dağılımlarında görüldüğü üzere hız arttıkça; taşıt modeli arka kısmında kalan ve dönme ekseni taşıt arka yüzeyine paralel olan girdaplar, küçülmektedir. Girdaplar küçülürken dönme hızları ise artmaktadır. 60 m/s hız için taşıt altındaki hız artışı belirgin düzeydedir. Tüm hızlar için taşıt ön yüzünde hızın 0 olduğu durma noktası oluşmakta ve beklendiği gibi ön kısmın büyük ölçüde yuvarlatılmış olması ve damlacık yapısına benzemesi sebebi ile ön yüzde girdap meydana gelmemekte, düzgün bir ayrışma gözlemlenmektedir. Sonuçlar bu haliyle literatürle uyum halindedir[1,2,6].

4. SONUÇLAR

Yapılan tüm HAD analizleri sonucunda hız arttıkça taşıt arkası girdapların küçülerek yoğunlaştığı, at nalı şeklinde türbülans girdapları arasındaki ayrıklık miktarının arttığı, yine hız arttıkça taşıtın köşeli kısımlarında hızın katlanarak arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçların literatür ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Taşıt ön yüzeyinde damlacık benzeri yapı girdap oluşumunu engellemekte; düzgün ve simetrik bir akış dağılımı gözlemlenmektedir. Taşıtın diğer köşeli kısımlarındaki belirgin hız artışları, bu köşelerin yuvarlatılması ile sürüklenmenin azalacağı izlenimi vermektedir. İleride yapılacak çalışmalarda modelin modifikasyonunun sürtünme üzerine etkileri araştırılabilir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

KAYNAKLAR

[1] Ahmed SR, Ramm G, Faltin G. Some salient features of the time-averaged ground vehicle wake. SAE Transactions 1984:473–503.
[2] Korkischko I, Meneghini JR. Experimental investigation and numerical simulation of the flow around an automotive model: Ahmed body. Proceedings of COBEM, 2007.
[3] Keiyinci S, Akar MA, Baş O, Özcanlı M. Taşıt aerodinamiğinde kullanılan Ahmed cisminin akış modeli için prizmatik ağ katmanı oluştururken izlenecek strateji. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 2022;10:776–85.
[4] Şumnu A. Shape modification of Ahmed body to reduce drag coefficient and determination of turbulence model. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 2021;10:824–32.
[5] Govardhana M, Reddy BV. Estimation of drag and lift on ahmed body using cfd analysis. International Journal of Advanced and Innovative Research 2014;3:2278–7844.
[6] Thabet S, Thabit TH. CFD simulation of the air flow around a car model (Ahmed body). International Journal of Scientific and Research Publications 2018;8:517–25.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

A SERIOUS HAZARD IN PROCESSES IN CONTACT WITH DUST: DUST EXPLOSION

Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU
Atatürk University
mmurat@atauni.edu.tr-0000-0002-9919-8824

PhD Stud. Aslıhan HANOĞLU
Atatürk University
aslihan.hanoglu15@ogr.atauni.edu.tr-0000-0002-4772-5944

ABSTRACT

Dust explosion is a global hazard occurring for many years. It is considered as a significant threat for many branches of industry such as food, wood, mining, plastic, chemical and pharmaceutical in which combustible dust is released during processing and/or this dust is produced as a product. In food industry, grain storage and processing areas are particularly among major risk groups due to high levels of agricultural dust. For a dust explosion to occur, a flammable and dispersed dust in suitable concentration, an ignition source, an oxidant and a closed environment that increases the pressure and limits the expansion of the explosion products are needed. Explosion that occurs when these five conditions are present together, which is called the primary explosion, generally causes very violent secondary explosions as the heat from primary explosion ignites other dust clouds. In general, secondary explosions are much more dangerous than primary explosions and result in many injuries, deaths and material damages that have been recorded to date. Therefore, dust explosions require an effective prevention/protection program and serious management. Preliminary tests conducted before explosion occurs and the precautions to be taken accordingly play an important role in preventing the incident. In addition, to prevent dust formation in workplaces, to eliminate the dust formed in a way that will not trigger a dust explosion, to detect dust leaks, to effectively control ignition sources, and to use vacuum dust filters are the main precautions against a dust explosion event.

Keywords: Dust explosion, flammable dust, secondary explosion, prevention

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

A SERIOUS HAZARD IN PROCESSES IN CONTACT WITH DUST: DUST EXPLOSION

1. Introduction

Dust explosions are the global threats that require accurate knowledge of their agents and thus effectively prevention [1]. They occur in most industrial processes such as food, coal, wood, plastic and chemical sectors. Dust explosions have a large share especially in the food sector. In the food sector, especially in grain, flour and starch processing/storage processes have a great potential for dust explosions [2] due to the high agricultural dust load. To date, many dust explosion incidents have been recorded in grain storage silos, grain elevators and grinding mills. The dust explosions, which can result in significant adverse events such as injury, death, material damage and work disruption, are becoming increasingly common around the world [1, 3]. Therefore, they are described as the critical problem that need to be addressed on a global scale. In this study, the conditions required for a dust explosion to occur, risky areas, the effects of the event and the precautions to be taken are reviewed.

2. Basic Conditions for A Dust Explosion

Dust explosion is the rapid explosion of dust particles in the air when their density exceeds a certain limit due to a trigger force such as a spark or other activator [4]. As it can be seen from the conditions index referred to as the “dust explosion pentagon” (Figure 1), there are five basic conditions for a dust explosion to occur. Fundamentally, in the environment, there must be a combustible dust, a small piece of a solid substance which can burn when in contact with oxygen. The size of combustible dust is described differently in different sources (US National Fire Protection Association: 420 μm or less diameter, European Standards: a diameter of lower than 500 μm). However, not all small materials are flammable, flammable particles are unstable oxides and they can be formed during the breaking of grains, metals, plastics and wood into fine pieces [5]. Another feature of dust suitable for dust explosion is that the dust should be dispersed in the environment at least at the "Minimum Explosive Concentration" level. The particle size distribution of dust in the environment should be suitable for the spread of fire. Smaller particles have a greater surface area, allowing them to mix more easily with the air and raising their oxidation potential [6].

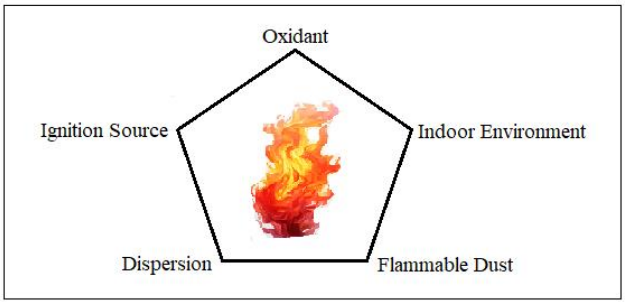


Figure 1. Dust explosion pentagon

Other requirements for a dust explosion event are an oxidizer, an ignition source and a closed environment [7]. In a dust explosion event, all gases that have the ability to oxidize the material can act as oxidizing agents. In general, oxygen present in the atmosphere is the most common oxidizing agent for many flammable materials. Open flames, any spark from equipment, hot

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

surfaces, frictional heating and static electricity can act as ignition sources to trigger a dust explosion. Finally, a limited environment is needed to prevent the expansion of hot combustion products and to cause pressure increase [8].

3. Risk Areas and Effects

A dust explosion incident can occur in any area that comes into contact with flammable dust such as food, wood, mining, plastic, chemical and pharmaceutical. Among the dust types that cause explosions the most, food-borne dust ranks second with a rate of 23%. In the food industry, grain mills designed to produce flour, grain silos, and starch production areas are especially among the major risk groups [2]. Grains and flour contain significant levels of agricultural dust during bulk transportation, handling and storage processes and therefore they pose a significant risk for dust explosion under suitable conditions. For example, 15 events occurred in the silos, 47 events in the grinders, 51 events in the mills, 19 events in the driers, 43 events in the filters and 95 events in other equipment in powder processing fields [9].

Dust explosions begin as primary explosions occurring within a part of the process under normal conditions. For the explosion control, it is desired that the primary explosion remains within its own boundaries, but this cannot always be achieved and secondary explosions occur. In a secondary dust explosion, blast wave of primary explosion event drifts the dust layer collected and the flame created by the first explosion ignites this formed cloud, respectively [10]. As the blast wave spreads across the field, the dust in the environment feeds the present flame. As a result, the formed strong pressure wave causes enormous damages such as injury, death, material damage and work disruption in the secondary explosions, which are described as one of the most violent [1, 11]. Also, while in a normal domino effect, the effect of each event on the next decreases steadily, in the dust explosion events, this effect gradually increases [8], implying that secondary explosions could be more dangerous. Table 1 presents some happened dust explosion incidents originating from the grain industry, date and place of the incident and moral and financial losses such as loss of life, injury and workplace damage.

Table 1. Some Dust Explosion Incidents [12]

Incident	Date/Place	Source	Death	Injury	Financial Loss
Tradeston Flour Mills Explosion	1872/United Kingdom	Grain dust	18	16	Destruction of mill building Damage to nearby buildings
Great Mill Disaster	1878/United States	Grain dust	18	-	Destruction of the world's largest grain mill Destruction of five other mills
Husted Mill and Elevator Disaster	1913/United States	Grain dust	33	80	Destruction of grain elevator and mill Breaking of windows of passing passenger train
Douglas Starch	1919/United States	Corn starch	43	30	Factory destruction

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Works Explosion					
Port Colborne Explosion	1919/Canada	Grain	10	16	Destruction of grain elevator and nearby steamer
Pillsbury Explosion and Fire	1972/United States	Wheat flour	3	8	The explosion of the largest flour mill in the world at the time
Formosa Fun Coast Explosion	2015/Taiwan	Colored starch powder	15	498	Explosion

4. Protective Methods for Dust Explosions

In order to prevent dust explosions, comprehensive preliminary researches should be carried out in the facility. Firstly, areas where explosive dusts can accumulate should be determined. Then, dust samples should be taken from these areas and critical parameters such as minimum ignition energy, ignition temperature, maximum explosion pressure, explosion limits and oxygen density limit for dust explosions should be determined through laboratory analysis [13]. The formation of dust clouds in the plant should be avoided and the dust accumulations that occur should be removed properly. Explosion-proof vacuum system should be used instead of open sweeping for cleaning accumulation of dust. If possible, pneumatic conveying systems with dense phase should be used for continuous conveying operations in the plant [14]. In addition, the particle size of existing dust should be controlled, the dust concentration in the environment should be kept below the minimum explosion limit, and silos should be filled with cyclones to decrease dust cloud. Humidity level in the silos should be kept under control, electric fields of dust accumulated in the silos should be monitored online, nitrogen sealing should be used in the silos, and explosion isolation valves should be installed between silos to prevent a consecutive explosion. Nitrogen should be used instead of air as the carrier gas in the plant and generally low mass flow rates should be used [15], to prevent frictional heat. Ignition sources such as hot surfaces heated by mechanical or electrical means, electric sparks, heat originated from the mechanical effects and open flames must be kept under control [16]. The surfaces suitable for dust accumulation should not be selected in the establishment of the business. Dust leaks that may arise from the ventilation system and equipment should be detected and dust collection filters should be used [13]. In addition to all these, having an emergency action plan and safety program for each facility, considering the properties of the processed material such as explosion limits, ignition energy and oxygen density, is the most important way to minimize material and moral damages in the event of a possible dust explosion.

5. Conclusion

Dust explosions are the bursts that occur when a flammable dust dispersed in a suitable concentration in a closed environment, comes together with an ignition source and an oxidant. Since ancient times, dust explosions have been a serious hazard for processes that come into contact with dust such as food, wood, mining, pharmaceutical etc. Dust explosions are generally

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

characterized by strong tendencies that trigger secondary explosions, in which the heat from the primary explosion ignites other dust clouds, leading to the much more powerful explosions and tremendous damages such as death, injury and building demolitions. Therefore, each business must develop its own specific prevention and protection strategies in addition to general precautions, considering the characteristics of the dust released within the process.

REFERENCES

[1] Rani, S. I., Gimbun, J., & Aziz, B. A. (2024). Dust explosion: Raising awareness of combustible dust hazard. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3027, No. 1). AIP Publishing.
[2] Asana, M. M. (2015). Definition, modelling and risk reduction of dust explosions occur in industrial plants. Master's Thesis [in Turkey].
[3] Vijayaraghavan, G. (2011). Dust explosions–a major industrial hazard. International Journal of Advanced Engineering Technology, 2(IV), 83-87.
[4] Anonymous, 2023. Dust explosion. https://tr.wikipedia.org/wiki/Toz_patlamas%C4%B1 (Access date:02.10.2024).
[5] Vähäaho, M. (2018). Dust explosion modelling methods. Master's Thesis [in Finland].
[6] Ebadat, V. (2010). Dust explosion hazard assessment. Journal of loss prevention in the process industries, 23(6), 907-912.
[7] Cloney, C. T., Amyotte, P. R., Khan, F. I., & Ripley, R. C. (2014). Development of an organizational framework for studying dust explosion phenomena. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 30, 228-235.
[8] Bakdemir, S. A., Bozkurt, Y., & Salman, S. (2021). Metal dust explosion risk in additive manufacturing and prevention methods. Journal of Innovative Engineering and Natural Science, 1(1), 41-60.
[9] Ahmad, M. A., Azman, M. N. S. N., & Rashid, Z. A. (2021). Hazardous area classification for wheat flour processing plant. Malaysian Journal of Chemical Engineering and Technology (MJCET), 4(2), 172-183.
[10] Eckhoff, R. K., & Li, G. (2021). Industrial dust explosions. A brief review. Applied Sciences, 11(4), 1669.
[11] Taveau, J. (2012). Secondary dust explosions: How to prevent them or mitigate their effects?. Process Safety Progress, 31(1), 36-50.
[12] Anonymous, 2024. Dust explosion/ Notable incidents. https://en.wikipedia.org/wiki/Dust_explosion#Terminology (Access date:02.10.2024).
[13] Ergül, H. S. (2012). Dust explosion phenomena in mechanical industry and ATEX instructions. Journal of Engineering and Architecture Faculty of Eskişehir Osmangazi University *25*(2), 1-18.
[14] Amyotte, P. R., & Eckhoff, R. K. (2010). Dust explosion causation, prevention and mitigation: An overview. Journal of Chemical Health & Safety, 17(1), 15-28.
[15] Abbasi, T., & Abbasi, S. A. (2007). Dust explosions–Cases, causes, consequences, and control. Journal of Hazardous Materials, 140(1-2), 7-44.
[16] Jurca, A. M., Părăian, M., & Vătavu, N. (2022). Explosion prevention and mitigation in plants which process, generate and store combustible dusts. In MATEC Web of Conferences (Vol. 354, p. 00041). EDP Sciences.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY METHOD FOR STARCH MODIFICATION: ENZYMATIC TREATMENT

Prof. Dr. Mehmet Murat KARAOĞLU
Atatürk University
mmurat@atauni.edu.tr-0000-0002-9919-8824

PhD Stud. Aslıhan HANOĞLU
Atatürk University
aslihan.hanoglu15@ogr.atauni.edu.tr-0000-0002-4772-5944

ABSTRACT

Starch is one of the most abundant biomacromolecules in the world, located as a storage polysaccharide in plant materials. Starch, which is one of main food resources, provides energy to humans globally. Natural starches have some significant disadvantages such as faster retrogradation, syneresis, thickening following cooking and insolubility in cold water. Therefore, they are modified to remove these important disadvantages and to improve favorable aspects. There are basically four types of modification containing physical, chemical, genetic and enzymatic treatment. Enzymatic treatment is one of important modification techniques that has attracted the attention of food industry recently. The principle of enzymatic modification process, which has some significant advantages such as healthier, safer, environmentally friendly, clean label, high efficiency and low cost, is to change the techno-functional properties of starch in desired direction by means of various enzymes. Commonly used enzymes are glucoamylase, α-amylase, β-amylase, glucose isomerase and cyclodextrin glycosyltransferase. They carry out the modification process with mechanisms of creation of branch region, debranching, chain length change, disproportionation and phosphate replacement. The changes that occur in starch as a result of enzymatic processes are characterized by factors such as type of enzyme applied, type of starch and process conditions. Enzymatic treatment provides starches with desired swelling, thermal, gelation, pasting, rheological and retrogradation properties and it is used in production of starch-based sugars. Enzymatically modified starches are used in preparation of foods such as bread, noodles, breakfast cereals, ice cream and low-fat yogurt/cheese as gelling agent, emulsifier, stabilizer, texture improver and fat replacer.

Keywords: Native starch, enzymatic modification, techno-functional properties, clean label

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY METHOD FOR STARCH MODIFICATION: ENZYMATIC TREATMENT

1. Introduction

Starch is a storage polysaccharide found in plant materials and consists of monosaccharides connected to each other by α-D-(1-4) and/or α-D-(1-6) bonds. It is fundamentally composed of two structural units called amylose and amylopectin. Amylose, which constitutes approximately 15-20% of starch, is formed by the connection of glucose molecules with α-D-(1-4) bonds, the structure is unbranched or slightly branched and can exhibit a polymerization level of up to 6000. Amylopectin, which is the larger constituent of starch, is a polymer with the polymerization level of up to two million, in which the glucose units form α-D-(1-4) and α-D-(1-6) bonds and a branching every 20-25 glucose units [1].

Starch has some important functional properties. It exhibits the ability to absorb water thanks to amylopectin in its composition, which is reactive towards water molecules due to hydroxyl groups and increases the rehydration capacity of the product in which it is found [2]. Starch gelatinizes in an aqueous medium with the effect of temperature [3]. When the obtained gel structure is cooled, a rapid raise in the viscosity is observed due to amylose molecules connect to the other amylose and amylopectin molecules via hydrogen bonds, acting as the gelatinizing and thickening agent, stabilizer and viscosity enhancer [4]. As well as these functional and technological advantages, starch has some important usage benefits such as non-toxic, biodegradable, renewableness, plenty and low cost [5]. Therefore, it is commonly used in both food and non-food sectors such as agriculture, pharmacy, paper, textile, building and plastic industry [5, 6].

On the other hand, natural starches, not subjected to any processing, have some significant disadvantages. In especially, retrogradation, which results from the loss of ordered structure, can cause to syneresis in starch-containing foods and to staling in bakery products such as bread, cake etc. Also, they may exhibit significant disadvantages such as the decrease in viscosity, thickening following cooking and insolubility in the cold water [7]. Therefore, starch is modified to remove the disadvantages of natural forms and to improve favorable aspects. Starch modification encompasses a constantly evolving industry in which different functional properties can be developed on demand with countless possibilities [8]. As it can be seen in Figure 1, these methods are basically gathered under four roofs: chemical modification, physical modification, genetic modification and enzymatic modification. In this study, the enzymatic modification technique is reviewed.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

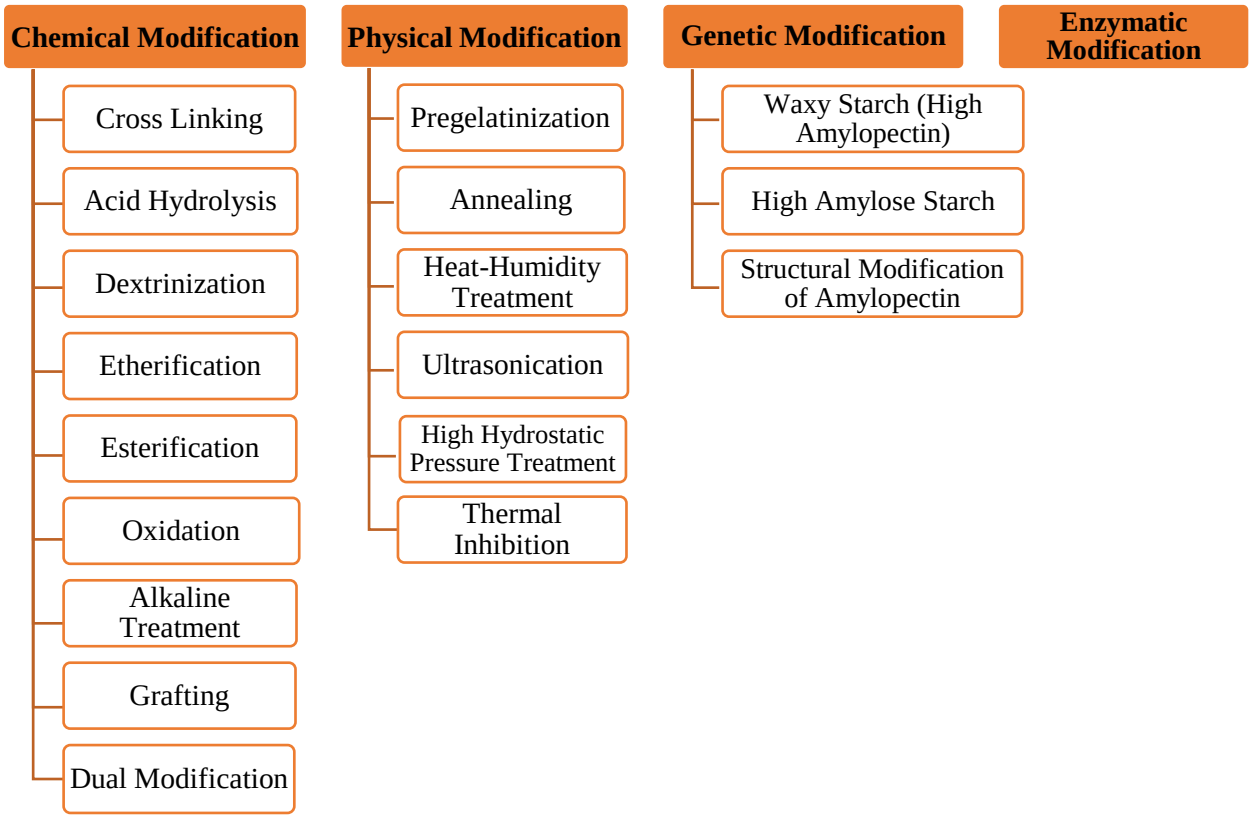


Figure 1. Some important starch modification techniques

2. Enzymatic Starch Modification: Advantages, Enzymes Used and Mechanisms of Action

Enzymatic treatment is one of the important starch modification techniques that is considered an environmentally friendly and clean label. It has lately drawn the attention of academia and the food industry due to its significant advantages over other modification techniques. The most important advantage of the method is that enzymes are healthier and safer for consumers and the environment. In addition, the fact that enzymes are highly specific to their substrates in complex food systems reduces the likelihood of additional undesirable reactions/products. High productivity, low cost, and reusability of enzymes are also other important advantages of the method [9].

Enzymatic starch modification, which has its roots in the production of high fructose corn syrup and glucose syrup, is based on the treatment of starch suspension with a series of enzymes, mainly hydrolyzing enzymes [10]. Many enzymes such as glucoamylase, α-amylase, β-amylase, glucose isomerase, cyclodextrin glycosyltransferase and debranching enzymes, play a role in the modification of starch [11, 12]. Enzymes generally change starch by means of mechanisms of creation of branch region, debranching, chain length change, disproportionation and phosphate replacement [13]. As seen in Table 1 and Figure 2, each enzyme exhibits a different catalytic effect on its substrate.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Table 1. Catalytic effects of some starch modifying enzymes [14, 15]

Enzyme	Catalytic Effect
α-amylase (EC.3.2.1.1)	Randomly hydrolysis of α-(1–4) glycosidic bonds at the end of non-reduction region
β-amylases (EC.3.2.1.2)	Regularly hydrolysis of α-(1–4) glycosidic bonds at the end of non-reduction region
Glucoamylase (EC.3.2.1.3)	Breaking of α-(1–4) glycosidic bonds at the end of non-reducing region Slowly hydrolysis of α-(1–6) glycosidic bonds
Isoamylase (EC.3.2.1.68)	Hydrolysis of α-(1–6) glycosidic bonds
Pullulanase (EC.3.2.1.41)	Hydrolysis of α-(1–6) glycosidic bonds
Cyclodextrin glycosyltransferase (EC.2.4.1.19)	Cyclization and disruption of α-D-glucopyranosyl α-(1-4) glycosidic bonds
Amylosucrase (EC.2.4.1.4)	Hydrolysis of α-(1-4) and α-(1-6) glycosidic bonds

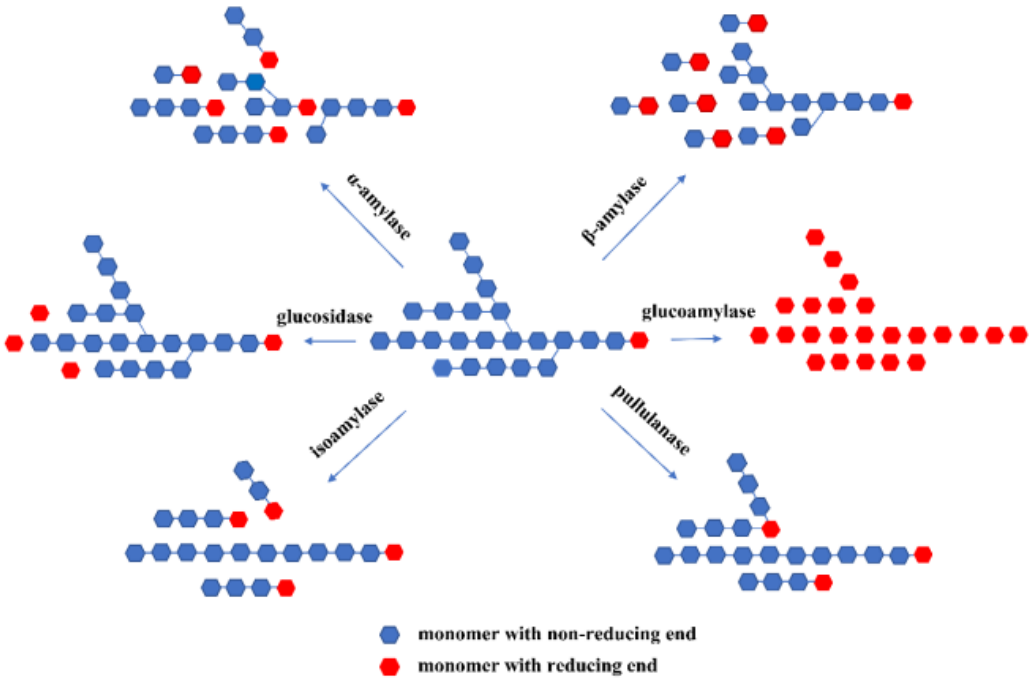


Figure 2. Enzymatic conversion of starch [16]

3. Some Features of Enzymatically Modified Starches

3.1. Thermal Properties

The thermal properties of a starch are mainly characterized by the amylose amount, the presence of phosphate monoester differentiations, which have a repellent effect among starch molecules and destabilize the crystalline structure, and amylopectin structure. In especially, the starch, which has long branched amylopectin chain, has generally further gelatinization temperatures as it has double helical crystallites with a stable structure. In general, as a result of the enzymatic

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

hydrolysis process, a decrease in the enthalpy values of starch is observed due to the loss of the double helix amylopectin structure over time [17].

3.2. Morphological Properties

Morphological changes that occur in starch granules due to enzymatic treatments vary according as the modification operation terms and type of applied enzyme and starch. However, in general, granule injuries and exo-erosions of surface such as seen holes, minor cracks and surface degradations occur depending on enzymatic treatments and damages increase depending on the enzyme dose applied [18].

3.3. Pasting Temperatures

It is expressed that native starches have generally lower pasting temperatures values than the enzymatically modified starches. Since, enzymatic treatment generally increases starch chain's ordered orientation and adjustment, and decreases its flexibility. As a result, a raise is observed in pasting temperature of starch [19].

3.4. Retrogradation Tendency

Li et al., (2021) [20] expressed that retrogradation enthalpy of starch modified enzymatically reduced, since more branching degree, which was occurred by enzyme treatment, reduced the amount of hydrogen bonds among starch particles, delaying recrystallization and therefore reducing the energy needed to break the structure. In addition, enzyme treatment causes a contraction of amylopectin branch chain length, which as it is known that, shorter chain of amylopectin is not inclined to the retrogradation process.

3.5. Swelling Power

The swelling power of a starch can be change depending on many factors such as granule size, amylopectin ratio, presence of hydroxyl groups and modification treatments. In general, in enzymatic hydrolysis, starch granules are deformed into pores as a result of hydrolysis treatment. This can impoverish the granule structure of starch and cause the creation of new hydrophobic regions in the formed holes. As a result, it becomes difficult for the granule to reach water and the swelling capacity of the starch decreases [16].

3.6. Viscosity

It is expressed that an important correlation among weight/number degree of polymerization of amylose and amylopectin molecules and viscosity of starch may exist. Therefore, the big amylose and amylopectin molecular dimension can cause an increase in the viscosity property. That is, enzymatically modified starches can exhibit lower viscosity values due to their less molecular masses resulting from enzymatic hydrolysis, meaning intramolecular friction i.e. viscosity is lower [21].

4. Food Applications

The basis aim of enzymatic treatment of starch is to break down starch into various oligosaccharides to improve the techno-functionality of the product for other applications. Due to the improvements that occurred because of enzymatic modification as mentioned earlier, the enzymatic treatment and resulting starches are used in many food systems for different purposes. One of the main uses of the enzymatic treatment is the production of starch-based sugars such as glucose and high fructose corn syrup. The enzymatically modified corn starch reduced water loss in frozen dough and retrogradation in bread. Maize starch treated α-amylase improved the emulsification potential of ice cream. The corn and rice starches treated the 4-α

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

glucanotransferase provided stronger and harder gels. The enzyme-treated starches are also used in many other food examples like noodles, breakfast cereals, chicken nuggets, various emulsions and low-fat yogurt/cheese/mayonnaise for different purposes such as gelling agent, fat replacer, texture improver and emulsion stabilizer [9, 14, 22, 23].

5. Conclusion

Enzymatic treatment is one of the important starch modification techniques that has recently attracted the attention of food industry and has some important advantages such as healthier, safer,
environmentally friendly, clean label, high productivity and low cost. The principle of the method is generally to modify starch by means of various enzymes such as glucoamylase, α-amylase, β-amylase etc. and by mechanisms such as creation of branch region, debranching, chain length change, disproportionation and phosphate replacement. The changes that occur in starch as a result of enzymatic processes are characterized by factors such as the type of enzyme applied, the type of starch, process conditions such as the duration and temperature of the treatment, etc. However, in general, the enzymatic treatment improves the swelling, thermal, gelation, retrogradation, pasting and rheological properties of starch in desired direction. Therefore, enzymatic treatment and the starches obtained by selecting process parameters for the desired techno-functional property to be improved, are commonly used in the production of starch-based sugars such as glucose and high fructose corn syrup and in the preparation of foods such as bread, noodles, breakfast cereals, ice cream, chicken nuggets and low-fat yogurt/cheese/mayonnaise as emulsifier, stabilizer, gelling agent, texture improver and fat replacer.

REFERENCES

[1] Ochubiojo, E. M., & Rodrigues, A. (2012). Starch: from food to medicine. Scientific, health and social aspects of the food industry, 355-380.
[2] Zulfa, F., Rochmah, A. N., Saputri, F. D., Suleman, D. P., & Anandito, R. B. K. (2023). Macronutrient Profile of Analog Rice Based on Cornstarch, Modified Cassava Flour, and Suweg Flour. In BIO Web of Conferences (Vol. 69, p. 03009). EDP Sciences.
[3] Eliasson, A. C. (2010). Gelatinization and retrogradation of starch in foods and its implications for food quality. In Chemical deterioration and physical instability of food and beverages (pp. 296-323). Woodhead Publishing.
[4] Hanoğlu, A., & Karaoğlu, M. M. (2024). The effect of different pulp powders incorporation on the instrumental texture and rheological properties of Turkish delight. International Journal of Gastronomy and Food Science, 35, 100872.
[5] Wang, L., & Tong, L. (2024). Production and Properties of Starch: Current Research. Molecules, 29(3), 646.
[6] Burrell, M. M. (2003). Starch: the need for improved quality or quantity—An overview. Journal of experimental Botany, 54(382), 451-456.
[7] Xie, S. X., Liu, Q., & Cui, S. W. (2005). Starch modification and applications. Food carbohydrates: Chemistry, physical properties, and applications, 357-405.
[8] Kaur, B., Ariffin, F., Bhat, R., & Karim, A. A. (2012). Progress in starch modification in the last decade. Food hydrocolloids, 26(2), 398-404.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[9] Bangar, S. P., Ashogbon, A. O., Singh, A., Chaudhary, V., & Whiteside, W. S. (2022). Enzymatic modification of starch: A green approach for starch applications. Carbohydrate polymers, 287, 119265.
[10] Krithika, P. L., & Ratnamala, K. (2019). Modifiction of starch: A review of various techniques. International Journal of Research and Analytical Reviews, 6(1), 32-45.
[11] Hashim, S.O. (2019). Starch-Modifying Enzymes. In: Mamo, G., Mattiasson, B. (eds) Alkaliphiles in Biotechnology. Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology, vol 172. Springer, Cham.
[12] Wang, S., Wang, J., Liu, Y., & Liu, X. (2020). Starch modification and application. Starch structure, functionality and application in foods, 131-149.
[13] Park, K. H., Park, J. H., Lee, S., Yoo, S. H., & Kim, J. W. (2008). Enzymatic modification of starch for food industry. In carbohydrate-active enzymes (pp. 157-183). Woodhead Publishing.
[14] Choton, S., Bandral, J. D., Singh, J., Bhat, A., Sood, M., Gupta, N., & Kaur, D. (2024). Enzymatic modification of starch: A review. Saudi J Med Pharm Sci, 10(1), 1-8.
[15] Saeid, A., Akter, F., Ali, M. A., & Rahman, M. H. (2024). Enzymatic Modification of Starch: Amylases and Pullulanase. In Advanced Research in Starch (pp. 95-115). Singapore: Springer Nature Singapore.
[16] Hutabarat, D. J. C., & Stevensen, J. (2023, April). Physicochemical properties of enzymatically modified starch: a review. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1169, No. 1, p. 012093). IOP Publishing.
[17] Li, P., He, X., Dhital, S., Zhang, B., & Huang, Q. (2017). Structural and physicochemical properties of granular starches after treatment with debranching enzyme. Carbohydrate Polymers, 169, 351-356.
[18] Asiri, S. A., Flöter, E., & Ulbrich, M. (2019). Enzymatic Modification of Granular Potato Starch-Effect of Debranching on Morphological, Molecular, and Functional Properties. Starch-Stärke, 71(9-10), 1900060.
[19] Li, H., Li, J., & Guo, L. (2020). Rheological and pasting characteristics of wheat starch modified with sequential triple enzymes. Carbohydrate polymers, 230, 115667.
[20] Li, J., Zou, F., Gui, Y., Guo, L., Wang, N., Liu, P., & Cui, B. (2021). Long-term retrogradation properties of rice starch modified with transglucosidase. Food Hydrocolloids, 121, 107053.
[21] Park, H. R., Kang, J., Rho, S. J., & Kim, Y. R. (2020). Structural and physicochemical properties of enzymatically modified rice starch as influenced by the degree of enzyme treatment. Journal of Carbohydrate Chemistry, 39(5-6), 250-266.
[22] Abbas, K. A., Khalil, S. K., & Hussin, A. S. M. (2010). Modified starches and their usages in selected food products: A review study. Journal of Agricultural Science, 2(2), 90.
[23] Ünlü, E., & Soysal, Ç. (2017). Starch based sugar; production, usage and health effect. Eurasian Journal of Food Science and Technology, 1(1), 38-42.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF USING YARN, FABRIC, IRON POWDER AND HEMP WASTE MATERIALS AS FIBER ADDITIVES IN SLAG-BASED GEOPOLYMER CONCRETE ON COMPRESSIVE AND FLEXURAL STRENGTH

Dr. BARIŞ BAYRAK
Kafkas University,
bbayrak@kafkas.edu.tr - 0000-0002-7438-1227

ABSTRACT

Recently, researchers have focused on geopolymer concrete (GPC) because it is an environmentally friendly and innovative concrete type that uses waste industrial materials, is produced without using cement, and therefore, reduces carbon emissions. GPC reduces the use of natural resources compared to traditional Portland cement and stands out with its more durable and early high strength and properties. The aim of this study is to experimentally investigate the compressive and flexural strength of the blast furnace slag-based geopolymer concrete exposed to sulfate. The effect of using yarn, fabric, hemp and iron powder waste materials as fibers in geopolymer concrete on the mechanical strength of samples exposed to sulfate was investigated. Waste fibers were used at a rate of 1% and all samples were subjected to 4 hours of heat cure at 80 °C. The samples were divided into two groups as 30 days in laboratory and sulfate environment. Exposure of test samples to sulphate reduced both compressive and flexural strength. Exposure of the fiber-free reference sample to sulphate reduced the compressive strength by 40%. The use of waste materials as fibers reduced the decrease in compressive strength due to exposure to sulphate. In particular, the use of yarn fabric waste material as fiber increased the bending strength by three times. The data obtained from this study are important for researchers/engineers in terms of the use of geopolymer concrete in civil engineering field applications, especially in structures that may be exposed to sulfate environments.

Keywords: Compressive strength, geopolymer concrete, sulfate effect, waste materials, fibers

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. INTRODUCTION

Geopolymer concrete is an advanced building material developed as an alternative to traditional cement-based concrete and is characterized by environmentally friendly properties. This concrete is produced through the reaction between industrial wastes and natural aluminosilicate raw materials (fly ash, slag or metakaolin) and alkali activator instead of binder material in Portland cement [1-3]. Geopolymer concrete demonstrates excellent strength and durability as it polymerizes aluminium and silicon to form a three-dimensional structure. This not only enables recycling of waste materials but also reduces carbon emissions. As a result, in eco-friendly construction projects, geopolymer concrete is favored [4, 5]. Geopolymer concrete is better resistant to high temperature, chemical corrosives and moisture, than conventional concrete. Even its early strength development, as well as long life. In general, there are some technical problems related to controlling the production process and the application of alkali binders. This makes geopolymer concrete an important alternative in the contemporary construction arena as an eco-friendly material that also ensures better mechanical properties. As technologies continue to develop, the application of this material may become even more prevalent [6-9].

Geopolymer concrete is an emerging building material that has the potential to step beyond the environmental and performance advantages achieved by conventional concrete. Arguably its biggest advantage is that the production process is low carbon. Portland cement that is used to make regular concrete is known as a high carbon emitter since it produces a lot of carbon dioxide during its production whereas geopolymer concrete is made by recycling industrial wastes like fly ash and blast furnace slag. This helps in minimizing environmental waste and also conserving natural resources. The durability of geopolymer concrete is another significant advantage. It is far more resistant to high temperatures, acids, sulfates and other chemical corrosives than traditional concrete, making it ideal for use in harsh environmental conditions [10-12]. High life expectancy and low maintenance costs, especially in infrastructure projects, is provided by this feature. Also, geopolymer concrete has inherent feature of rapid strength gain which reduces the time and labor cost further boosting construction efforts. Geopolymer concrete is more fire resistant and can better withstand moisture effects due to its low permeability and thermal stability characteristics. This enhances the safety of structures. With all of these benefits, not to mention performance increase, geopolymer concrete is an environmentally and economically friendly construction material [13, 14].

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Waste material utilization in concrete technology is directly being interlinked with the environment and efficient use of material. It attains the highest levels of resource consumption and waste generation worldwide among all sectors; thus, the construction sector is one of the main industries in this regard. With this background, the use of waste materials in concrete is one of the potent solutions that serve environmental mitigation as well as economic gain. Modern concrete technology allowed the use of industrial waste like fly ash, ground blast furnace slag, silica fume and recycled aggregates and construction demolition debris as a binding material or filler. In this sense, the incorporation of such waste in concrete mixtures decreases the dependence on natural raw materials and within in a time prevents waste from going to common landfills, reducing the pollution of the environment. The use of wastes such as fly ash and slag, in particular, increases concrete's strength and durability properties and therefore its performance and economic value. Furthermore, the incorporation of waste materials fosters a sustainable construction industry and reduces carbon footprint. Emerging technological solutions like geopolymer concrete are derived entirely from waste-based materials with favorable environmental footprints. Waste valorization strategy in concrete process represents a new paradigm for the contemporary notion of construction, offering both environmental benefits for the society and economical sustainability aspects for the construction industry [15, 16].

Geopolymer concrete has superior sulfate attack resistance than the conventional Portland Cement based concretes. Sulfate attack is an issue that occurs primarily in infrastructure and underground structures where concrete is in contact with sulfate ions. It leads to the penetration of sulfate ions into the structure of the concrete, causing chemical reactions that lead to the cracking, expansion and loss of mechanical properties of the concrete. This chemical structure of geopolymer concrete results in its sulfate resistance. This concrete is produced by the reaction of aluminosilicate-based substance with alkali activators and does not have materials with sulfate-reacting: calcium hydroxide (that used as Portland cement). The absence of calcium aluminate hydrates that interact with sulfate in classic concretes (which gives rise to the look of ettringite) makes the geopolymer concrete show more resistance to sulfate assault. Moreover, the low permeability characteristic of geopolymer concrete hinders the penetration of sulfate ions into the concrete. This greatly limits the possibility of harm to the internal composition of the concrete from sulfates intrusion. Simultaneously, the dense microstructure of geopolymer concrete enhances its resistance to chemical and physical wear. The excellent

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

resistance of geopolymer concrete to sulfate attack is a great advantage of geopolymer concrete over OPC concrete especially for sewage systems, marine structures, chemical plants and structures built in sulfate-rich soils. This durability minimizes maintenance costs and increases the longevity of the structures. Consequently, geopolymer concrete presents an eco-efficient and cost-effective alternative for applications demanding resistance to sulfate attack [17-20].

The aim of this study is to experimentally investigate the effects of using different types of waste fibers on the compressive and flexural strength of samples exposed to blast furnace slag-based geopolymer concrete and sulfate environment. For this purpose, in addition to fiber-free reference samples, four different waste fibers, namely yarn, fabric, hemp and iron powder, were used in the geopolymer concrete mixture at a rate of 1%. The compressive and flexural strengths of the samples were calculated. The samples were divided into two groups and the samples in the first group were kept in the laboratory environment for 30 days, and the samples in the second group were kept in a 10% sulfate environment for 30 days.

2. EXPERIMENTAL SETUP

2.1. Materials

The granulated blast furnace slag (GBFS) was used as binder material for production of geopolymer concrete. Blast furnace slag complies with ASTM C989 [21] standard. Blast furnace slag was supplied from the OYAK cement factory in Bolu. In addition, the specific gravity of blast furnace slag is 2,90 gr/cm^3. Two different fine aggregates, waste marble dust and quartz, were used in the geopolymer concrete mixture. The specific gravity of quartz is 2,71 gr/cm^3. The diameter of the quartz material is between 0-0,5 mm. In addition, quartz material contains approximately 98% SiO_2. The specific gravity of waste marble dust is 2,65 gr/cm^3. The diameter of the marble dust also varies between 0-0,5 mm. Marble dust also contains 50% CaO. Sodium silicate and sodium hydroxide chemical materials were used as alkali activators in the production of geopolymer concrete. Geopolymer concrete mixing ratios are presented in Table 1. GBFS was used as 800 kg/m3 binder material. In addition, alkali activators were used at a rate of 75% of the binder material. This ratio was preferred for optimum compressive strength and workability.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Table 1. Mix proportion (kg/m3)

GBFS	Marble powder	Quartz powder	Sodium silicate	Sodium hydroxide
800	420	375	428	171

In all mixtures, 1% waste fiber was used. In this study, yarn, fabric, hemp and iron powder were used as waste fiber. Waste yarn and fabric materials were obtained from textile workshops. Waste iron powder was obtained from lathe workshops. Waste hemp was obtained from the agricultural sector. Images of waste fibers are presented in Figure 1.



Figure 1. Image of waste fibers (a) yarn (b) fabric (c) iron powder (d) hemp

2.2. Properties of samples

A total of 60 samples were produced, three from each sample. The samples were divided into two groups. The samples in the first group were kept in the laboratory environment for 30 days, and the samples in the second group were kept in the sulfate environment for 30 days. One sample was produced without fibers in each group as a reference. The characteristics of the samples are presented in Table 2.

Table 2. Properties of tested samples

Sample ID	Fiber ratio	Fiber type	Exposure environment
Ref-LE	-	-	laboratory environment
S-Y-LE	%1	yarn	laboratory environment
S-F-LE	%1	fabric	laboratory environment
S-H-LE	%1	hemp	laboratory environment
S-IP-LE	%1	iron powder	laboratory environment
Ref-SE	-	-	sulfate environment
S-Y-SE	%1	yarn	sulfate environment
S-F-SE	%1	fabric	sulfate environment

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

S-H-SE	%1	hemp	sulfate environment
S-IP-SE	%1	iron powder	sulfate environment

Concrete production was carried out in a laboratory environment. A 5 dm^3 capacity laboratory type mixer was used for concrete production. In concrete production, solid materials were first mixed for approximately 3 minutes. Then alkali activators were added and mixed for another 3 minutes. In fibrous samples, fibers were added and mixed for another 2 minutes. The geopolymer mixture was filled into metal molds and kept for 1 hour. Then, all samples were subjected to 80 C temperature cure for 4 hours. After the temperature cure, the samples were allowed to cool naturally. The first group of samples was kept in a laboratory environment for 30 days. The second group of samples was kept in a 10% sulfate environment.

Compressive strength test was carried out with cube samples of 50x50x540 mm dimensions and flexural strength test was carried out with 40x40x160 mm dimensions. Compressive strength test was carried out in accordance with TS EN 12390-3 standard [22] and flexural strength test was carried out in accordance with TS EN 12390-5 standard [23].

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Compressive strength

The compressive strength results of tested samples are shown in Figure 2. The compressive strength test outcomes in Table 3 demonstrate that the incorporation of waste fibers and their exposure to sulfate substantially influence the mechanical properties of the geopolymer concrete based on the blast furnace slag. The specimens were then tested for compressive strength. In laboratory setting, the reference sample without fibers (Ref-LE) achieved a compressive strength of 37,49 MPa. The effect of the addition of waste fibers on the compressive strength was significant. Yarn fibers (S-Y-LE) resulted in the most notable increase, attaining a strength of 51,30 MPa, a 37% advance in relation to the reference sample. The increase in enhancement was presumably due to well-interfacial bonding of yarn fibers with geopolymer matrix, which improved stress distribution. Likewise, the fibres from the fabric (S-F-LE) resulted in enhanced compressive strength of 43,29 MPa, representing a 15% improvement on the reference. In contrast, iron powder fibers (S-IP-LE) showed a moderate improvement, at 39,71 MPa, about 6% increase. On the other hand, hemp fibers (S-H-LE) decreased compressive strength to 33,11 MPa, which corresponds to a 12% drop compared to

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

the reference, probably due to the weak fiber-matrix interaction and the low ability of fibers to take up the compressive load.

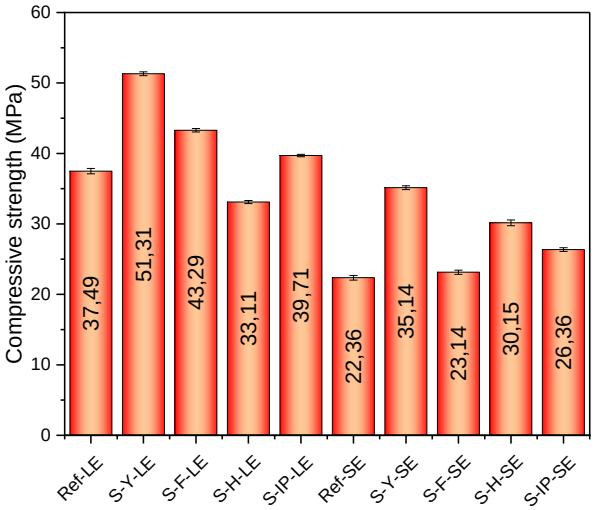


Figure 2. Compressive strength of tested samples

The reference sample (Ref-SE) showed significant strength loss in the sulfate environment, reducing to 22,36 MPa (40% drop against its lab sample). Sulfate ions usually diffuse into the concrete matrix and react with the residual calcium compounds, forming expansive products such as gypsum, which induces internecine stress, damaging the concrete structure. Fibers led to a decrease in this degradation, even though this was dependent on the type of fiber. Among all mixtures, microfiber (S-Y-SE) exhibited the largest compressive strength of 35,14 MPa with 57% increase compared with Ref-SE after exposure to the sulfate environment. Hemp fibers (S-H-SE) also showed a significant mitigation effect of 30,15 MPa, although their performance in the laboratory environment was low. None other than fabric fibers (S-F-SE) showed modest improvement in compressive strength (23.14 MPa), which only marginally outperformed Ref-SE and thus limited sulfate resistance. Intermediate sulfate resistant iron powder fibers (S-IP-SE) had moderate resistance of 26,36 MPa, 18% increase compared to normal sulfate exposed reference.

The results reveal the superior performance in sulfate resistance and durability of geopolymer concrete with waste fibers, with yarn fibers exhibiting the most uniform behavior in both environments. The variations in fiber effectiveness may be the result of differences between the fiber lysates in their morphology, chemical resistance, and bonding ability with the geopolymer matrix. This study initiates the performance potential of waste fibers as a purpose for enhanced geopolymer concrete performance in aggressive environments, the results of which laid down

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

the initial IPR towards furthering the utility of geopolymer concrete in sulfate-rich geochemistry.

Figure 2 shows that the sulfate environment had a significant adverse effect on the compressive strength of all geopolymer concrete samples. The reference sample without fibers (Ref-SE) registered the most considerable reduction, with the compressive strength decreasing from 37,49 MPa to 22,36 MPa when transferred from the laboratory environment to the sulfate environment. This is a 40% drop in strength, indicating that unreinforced geopolymer concrete is susceptible to degradation map if exposed to sulfates. Sulfate ions diffuse into the concrete matrix where they participate in chemical reactions, producing expansive materials like gypsum and ettringite. These products lead to internal stresses, cracking, and loss of mechanical integrity. This emphasizes the pivotal importance of fiber type on improving sulfate resistance. Moreover, yarn fibers rose out as the best performer for both decreasing compressive strength loss due to sulfate and retaining large compressive strength. In contrast, the fiber (fabric) showed less resistance and the similarity between the types of fiber indicated that there were differences in the chemical stability, bonding with the geopolymer matrix and arresting of the sulfate diffusion. The results highlight the need for careful selection of fiber reinforcements for structures in sulfate-rich environments.

3.2. Flexural strength

Tested samples flexural strength results are given in Figure 3. The data provided in Figure 3 shows how different types of waste fibers and the varying levels of sulfate exposure affect the flexural strength of the geopolymer concrete. Under laboratory conditions, the fiber- free reference sample (Ref-LE) showed a flexural strength of 2,91 MPa. An increment was observed in flexural strength with addition of waste fibers, wherein fabric fibers (S-F-LE) showed the highest performance with 8. 77 MPa, which is nearly triple in comparison to the reference. Yarn fibers (S-Y-LE) also achieved the same improvement of 8,73 MPa. Hemp fibers (S-H-LE) improved the flexural strength to 6,13 MPa, although they were not as efficient as woven yarn or fabric fibers. Fibers of S-IP-LE iron powder achieved only a slight improvement, with a bending strength of 3,05 MPa, revealing limited possibilities for improving flexural performance.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

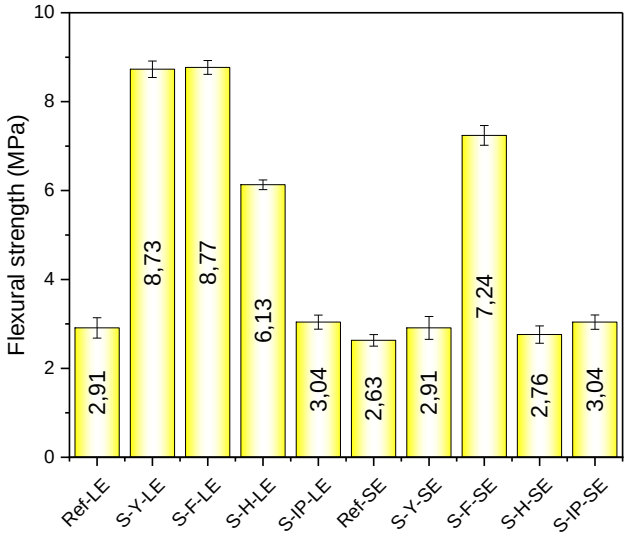


Figure 2. Compressive strength of tested samples

Added sulfate environment exhibited a decrease in flexural strength and the flexural strength of the reference (Ref-SE) reaches only 2,63 MPa, which indicates the negative impact of sulfates. Samples reinforced with fibers exhibited different degrees of resistance to sulfate-induced strength loss. The flexural strength of S-F-SE fibers 7,24 MPa, indicating that it retained much of its performance from laboratory conditions. A large improvement was shown for the SR sample (S-Y-SE) reaching a maximum flexural strength of 2,90 MPa, virtually equal to the sulfate reference. The flexural strength of hemp fibers (S-H-SE) also shows a significant drop to 2,76 MPa. Interestingly, iron powder fibers (S-IP-SE) showed a rather stable performance with a flexural strength of 3,04 MPa which was almost not affected by sulfate exposure.

The variable effects of different fibers on the flexural strength and sulfate resistance has been elucidated through these findings. Of the three types of fibers, the application of fabric improved and maintained flexural strength the most in both environments, indicating favorable bonding with the geopolymer matrix and resistance to sulfate attack. The performance of yarn fibers, despite their laboratory efficiency, was significantly reduced in the presence of sulfates. Hemp fibers showed moderate efficiency; while it was potential, it was not highly effective; and iron powder fibers were consistent but not highly effective in flexural strength improvement. It also highlights that the right kind of fiber should be chosen according to the environmental conditions to find ideal geopolymeric concrete in sulfate-prone applications.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

4. CONCLUSION

This study aimed to investigate the effect of the incorporation of waste fibers (including yarn, fabric, hemp, and iron powder) on compressive and flexural strength properties of slag-based geopolymer concrete under laboratory and sulfate conditions. These outcomes indicate that utilizing waste fibers in geopolymer concrete could improve its mechanical performance and longevity, especially in harsh conditions.

In the laboratory controlled environment, fibers enhanced compressive and flexural strength to a remarkable extent. Recently, mind-blowing mechanical properties of a recently developed reinforcer made of yarn and fabric fibers showed Triplication of the flexural strength of the reference sample. In the same manner, the yarn fibers exhibited the highest improvement in compressive strength values and were due to their strong bonding with geopolymer matrix. On the contrary, the effect of hemp and iron powder fibers was lower, and in some cases hemp fibers decreased the compressive strength a little bit.

Sulfate exposure led to significant decreases in the compressive and flexural strength of the reference samples. The presence of the fibres offset these effects, with the use of yarn fibres providing the best resistance against the loss of sulphate-induced compressive strength and the use of fabric fibres being more successful in maintaining flexural strength. The study group with moderate sulfate resistance was a mix between hemp and iron powder fibers in comparison with yarn and fabric fibers.

These findings highlight the need to choose fibers depending on the application and the environmental conditions. As such, for the purpose of improving strength along with sulfate resistance, yarn and fabric fibers were found to be the greatest reinforcements, thus making them suitable for use in sulphate-rich environments oftenlevant to infrastructure projects. The study provides preliminary data for developing geopolymer concrete for various applications, thus advocating the use of recycled materials incorporated economical and densified geopolymer composites to improve their durability, performance and sustainability for environmental-friendly construction.

.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

REFERENCES

[1] Odeh, A., Al-Fakih, A., Alghannam, M., Al-Ainya, M., Khalid, H., Al-Shugaa, M. A., ... Aswin, M. Recent Progress in Geopolymer Concrete Technology: A Review. Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering, 1-24, 2024. https://doi.org/10.1007/s40996-024-01391-z

[2] Luan, C., Zhou, A., Li, Y., Zou, D., Gao, P., Liu, T. CO2 Avoidance Cost of Fly Ash Geopolymer Concrete, Construction and Building Materials, 416, 135193, 2024. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.135193

[3] Shams, H., Hayat, S., Ullah, H., Abdrhman, H., Qiu, Y. Alkali-Silica Potential in Fly-Ash-Based Geopolymer Concrete, Materials and Structures, 57(9), 192, 2024. https://doi.org/10.1617/s11527-024-02479-8

[4] Gopalakrishna, B., Pasla, D. Development of Metakaolin Based High Strength Recycled Aggregate Geopolymer Concrete, Construction and Building Materials, 391, 131810, 2023. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131810

[5] Manzoor, T., Bhat, J. A., Shah, A. H. Performance of Geopolymer Concrete at Elevated Temperature−A Critical Review, Construction and Building Materials, 420, 135578, 2024. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.135578

[6] Orhan, T. Y., Karakoç, M. B., Özcan, A. Durability Characteristics of Slag Based Geopolymer Concrete Modified with Crumb Rubber, Construction and Building Materials, 404, 132851, 2023. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132851

[7] Rathnayaka, M., Karunasingha, D., Gunasekara, C., Law, D. W., Wijesundara, K., Lokuge, W. Mix Design Determination Procedure for Geopolymer Concrete Based on Target Strength Method, Archives of Civil and Mechanical Engineering, 24(3), 192, 2024. https://doi.org/10.1007/s43452-024-01002-8

[8] Zheng, Y., Zhang, W., Zheng, L., Zheng, J. Mechanical Properties of Steel Fiber-Reinforced Geopolymer Concrete After High Temperature Exposure, Construction and Building Materials, 439, 137394, 2024. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.137394

[9] Zhang, T., Wang, K., Lin, B., Yao, Y. The Enhancement Mechanism of Modified Basalt Fiber on The Performance of Geopolymer Concrete, Construction and Building Materials, 417, 135123, 2024. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.135123

[10] Ghazy, M. F., Abd Elaty, M. A., Taman, M. H., Mehriz, A. M. A Comprehensive Review on The Performance of Geopolymer Concrete Subjected to Elevated Temperature, Innovative Infrastructure Solutions, 8(7), 194, 2023. https://doi.org/10.1007/s41062-023-01158-x

[11] Singh, A., Bhadauria, S. S., Thakare, A. A., Kumar, A., Mudgal, M., & Chaudhary, S. Durability Assessment of Mechanochemically Activated Geopolymer Concrete with A Low Molarity Alkali Solution, Case Studies in Construction Materials, 20, e02715, 2024. https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02715

[12] Çelik, A. İ., Özkılıç, Y. O., Bahrami, A., Hakeem, I. Y. Mechanical Performance of Geopolymer Concrete with Micro Silica Fume And Waste Steel Lathe Scraps, Case Studies in Construction Materials, 19, e02548, 2023. https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02548

[13] Masoud, L., Hammoud, A., Mortada, Y., Masad, E. Rheological, Mechanical, And Microscopic Properties of Polypropylene Fiber Reinforced-Geopolymer Concrete for Additive Manufacturing, Construction and Building Materials, 438, 137069, 2024. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.137069

[14] Luo, Y., Zhang, Q., Wang, D., Yang, L., Gao, X., Liu, Y., Xue, G. Mechanical and Microstructural Properties of MK-FA-GGBFS-Based Self-Compacting Geopolymer Concrete Composites, Journal of Building Engineering, 77, 107452, 2023. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.107452

[15] Feng, Y., Xue, Z., Zhong, H., Zhang, B., Yang, J., Xie, J. Improving Geopolymer Concrete Performance with Hazardous Solid Waste Phosphogypsum, Journal of Building Engineering, 95, 110333, 2024. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.110333

[16] Ojha, A., Aggarwal, P. Durability Performance of Low Calcium Flyash-Based Geopolymer Concrete, Structures, 54, 956-963, 2023. https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.05.115

[17] Elyamany, H. E., Abd Elmoaty, M., Elshaboury, A. M. Magnesium Sulfate Resistance of Geopolymer Mortar, Construction and Building Materials, 184, 111-127, 2018. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.06.212

[18] Guo, L., Wu, Y., Xu, F., Song, X., Ye, J., Duan, P., Zhang, Z. Sulfate Resistance of Hybrid Fiber Reinforced Metakaolin Geopolymer Composites, Composites Part B: Engineering, 183, 107689, 2020. https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.107689

[19] Bhutta, M. A. R., Hussin, W. M., Azreen, M., Tahir, M. M. Sulphate Resistance of Geopolymer Concrete Prepared from Blended Waste Fuel Ash, Journal of Materials in Civil

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Engineering, 26(11), 04014080, 2014. https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0001030

[20] Alzeebaree, R., Gülşan, M. E., Niş, A., Mohammedameen, A., Çevik, A. Performance of FRP Confined and Unconfined Geopolymer Concrete Exposed to Sulfate Attacks, Steel and Composite Structures, 2018. https://doi.org/10.12989/scs.2018.29.2.201

[21] ASTM-C-618, Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use, Annu, 2010.

[22] TS EN 12390-3, Testing hardened concrete - Part 3: Compressive strength of test specimens, Ankara, Türkiye, 2019.

[23] TS EN 12390-5, Testing hardened concrete - Part 5: Flexural strength of test specimens, Ankara, Türkiye, 2019.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ELEMENT POTENTIALS OF RED COLORED NEOGENE KAZMACA FORMATION AND UPPER EOCENE-LOWER MIOCENE INCIK AND BAYINDIR FORMATIONS CROPPING OUT AROUND KIRIKKAL

Menevşe ALTAN[1],

Yozgat Bozok University Graduate Education Institute Student, Yozgat, Turkey,

altanmenevse@hotmail.com ORCID: 0000-0002-0149-2786

Berna YAVUZ PEHLİVANLI[2]

Yozgat Bozok University Faculty of Engineering and Architecture Department of Geology Engineering Yozgat, Turkey, berna.yavuz@yobu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0127-8525

ABSTRACT

Kazmaca, Incik and Bayındır Formations consist of red colored rocks formed under different geological environment conditions from Neogene to Upper Eocene-Lower Miocene. These rocks include low energy calcareous or dolomitic siltstones, shales and carbonate rocks of marine or lacustrine origin and high energy sandstones, arkoses and conglomerates of continental origin. The basic ophiolitic melange in the region is cut by Paleocene aged Sulakyurt granite and covered by Incik and Kızılırmak formations. The formation of red colored sedimentary rocks generally occurs as a result of the activation of components such as copper by oxidized salt waters or the reduction of sulfate in marine or lake sediments by sulfur-bearing fluids. These rocks are enriched with elements such as Cu, Ag, Pb, Zn, Mo, V, U, Th, Co and their mineral contents were determined by XRD, XRF and ICP-MS analyses. Metal accumulation is controlled by reduction-oxidation reactions and geochemical data are consistent with the formation mechanism.

Red colored beds are remarkable in terms of uranium enrichment. These beds have relatively high Cu/Al values and iron content, indicating that their formation occurred in a reducing environment. The chemical weathering index of fine-grained sediments indicates low dissolved oxygen content in bottom water under humid-warm climate conditions. The accumulation of uranium-bearing rock series may be due to cyclical climate changes rather than a continuous humid-warm climate. Uranium mineralization is associated with iron reduction. Cyclical climate changes contribute to the low organic matter content in the sandstones of red beds, leading to insufficient reduction potential, and uranium-bearing fluids generally consist of oxidized waters at the surface. In addition, cyclical climate changes facilitate the enrichment of uranium in dark mudstones in sand bodies and provide resources for subsequent uranium mineralization.

Key Words: Bayındır Formation, Kazmaca Formation, Incik Formation, Sandstone Type Uranium Deposit, Geochemistry, Red Beds

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

KIRIKKAL ÇEVRESİNDE YAYILAN KIRMIZI RENKLİ NEOJEN KAZMACA FORMASYONU VE ÜST EOSEN-ALT MİYOSEN İNCİK VE BAYINDIR FORMASYONLARININ ELEMENT POTANSİYELLERİ

ÖZET

Kazmaca, Incik ve Bayındır Formasyonları, Neojen'den Üst Eosen-Alt Eosen'e kadar farklı jeolojik ortam koşullarında oluşan kırmızı renkli kayaçlardan oluşmaktadır. Miyosen. Bu kayaçlar, deniz veya göl kökenli düşük enerjili kalkerli veya dolomitik silttaşları, şeylleri ve karbonat kayaçları ile kıtasal kökenli yüksek enerjili kumtaşları, arkozlar ve konglomeraları içerir. Bölgedeki temel ofiyolitik melanj, Paleosen yaşlı Sulakyurt graniti tarafından kesilmiş ve Incik ve Kızılırmak formasyonları ile örtülmüştür. Kırmızı renkli tortul kayaçların oluşumu genellikle oksitlenmiş tuzlu suların bakır gibi bileşenleri aktive etmesi veya kükürt içeren sıvıların deniz veya göl tortularındaki sülfatı redüklemesi sonucu meydana gelir. Bu kayaçlar Cu, Ag, Pb, Zn, Mo, V, U, Th, Co gibi elementlerle zenginleştirilmiş olup, mineral içerikleri XRD, XRF ve ICP-MS analizleriyle belirlenmiştir. Metal birikimi redüksiyon-oksidasyon reaksiyonları ile kontrol edilir ve jeokimyasal veriler oluşum mekanizmasıyla uyumludur.

Kırmızı renkli yataklar uranyum zenginleştirmesi açısından dikkat çekicidir. Bu yataklar nispeten yüksek Cu/Al değerlerine ve demir içeriğine sahiptir ve bu da oluşumlarının indirgeyici bir ortamda gerçekleştiğini gösterir. İnce taneli tortuların kimyasal ayrışma indeksi, nemli-sıcak iklim koşullarında dip suyunda düşük çözünmüş oksijen içeriğine işaret eder. Uranyum taşıyan kaya serilerinin birikmesi, sürekli nemli-sıcak bir iklimden ziyade döngüsel iklim değişikliklerinden kaynaklanıyor olabilir. Uranyum mineralizasyonu demir indirgemesiyle ilişkilidir. Döngüsel iklim değişiklikleri, kırmızı yatakların kumtaşlarındaki düşük organik madde içeriğine katkıda bulunur ve yetersiz indirgeme potansiyeline yol açar ve uranyum taşıyan sıvılar genellikle yüzeyde oksitlenmiş sulardan oluşur. Ek olarak, döngüsel iklim değişiklikleri kum gövdelerindeki koyu çamurtaşlarındaki uranyumun zenginleşmesini kolaylaştırır ve sonraki uranyum mineralizasyonu için kaynaklar sağlar.

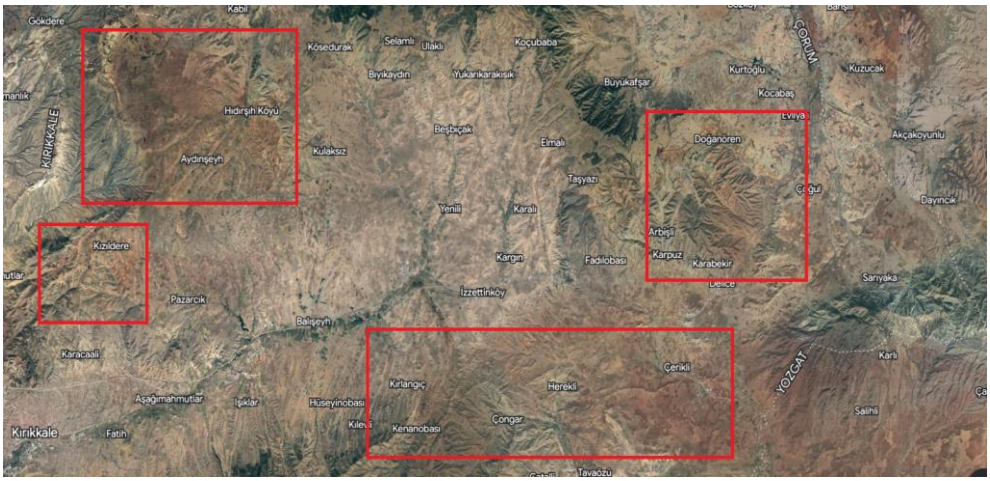
Anahtar Sözcükler: Bayındır Formasyonu, Kazmaca Formasyonu, Incik Formasyonu, Kumtaşı Tipi Uranyum Yatağı, Jeokimya, Kırmızı Yataklar

1. GİRİŞ

Karasal havzada oluştuğu yorumlanan Neojen-Eosen tortul kayaları coğrafi ve jeolojik olarak farklı olup, bölgede özellikle Neojen yaşlı Kazmaca Formasyonu ile Üst Eosen- Alt Miyosen yaşlı İncik ve Bayındır Formasyonları kırmızı tabakalar şeklinde yüzlek vermektedir (Şekil 1-2-3, Birgili vd., 1975; Hakyemez vd., 1986; Karadenizli vd., 2004). Dünyada genellikle Red-bed tipi yataklar epigenetik olarak oluştuğu bilinmektedir. Bakır sülfitler öncelikle diyajenetik piritin ikamesi olarak ortaya çıkar ve bu da organik maddenin yerini alır. Yani diyajenez sırasında cevherleşme meydana gelmiştir. Kırmızı renkli sedimanların metal birikimi esas olarak indirgenme-oksidasyon reaksiyonları ile kontrol edilebilir. Eski organik madde, sülfatın

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

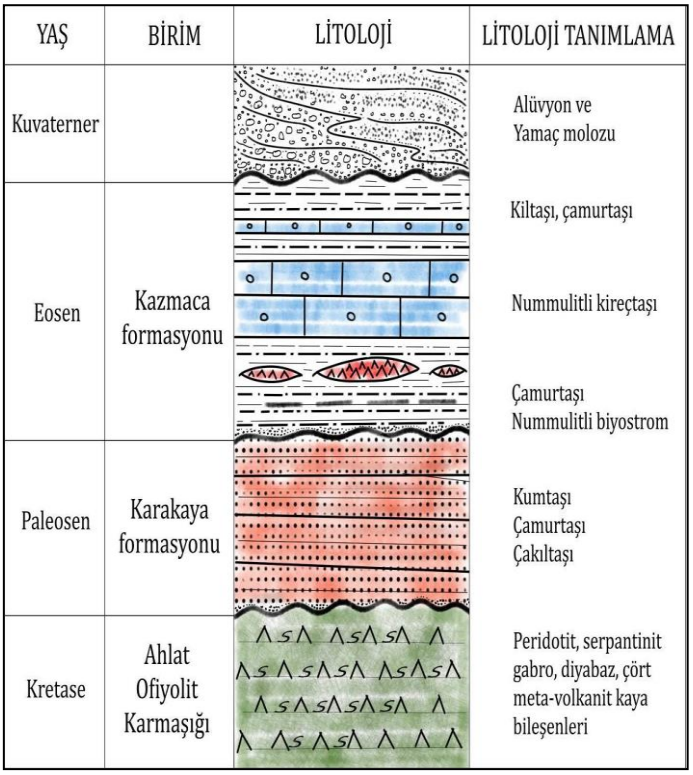
H_2S'e indirgenmesini kolaylaştırabilir ve bu da bakır sülfit çökelmesine neden olmuş olabilir (Görsel 1).



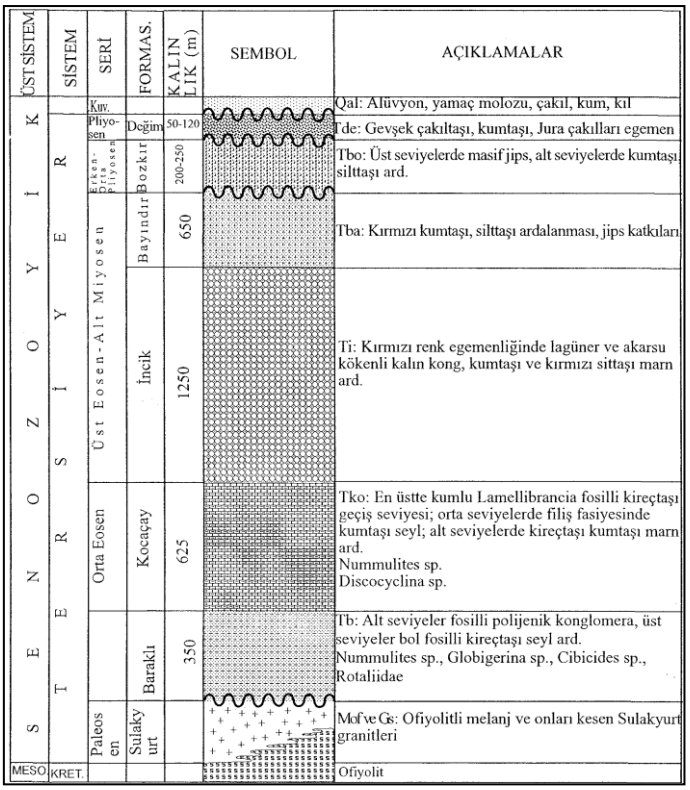
Görsel 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

Çalışma sahasının temelini oluşturan ofiyolitik melanj, Paleosen yaşlı Sulakyurt graniti tarafından kesilmektedir. Üzerinde ise uyumsuz olarak Geç Eosen-Erken Miyosen yaşlı İncik Formasyonu yer almaktadır. İncik Formasyonu üzerine açılı diskordansla Geç Miyosen yaşlı Kızılırmak Formasyonu gelmektedir. Kızılırmak Formasyonu içerisinde ara seviye halinde, formasyonla eş yaşlı petrografik olarak bazaltlardan oluşan Faraşlı volkanikleri yer almaktadır. Paleosen yaşlı Sulakyurt graniti, İncik ve Kızılırmak formasyonları tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Bölgenin en genç birimlerini alüvyonlar oluşturmaktadır. İç Anadolu Granitoyid kuşağına ait Paleosen yaşlı Sulakyurt granitinde yapılan incelemeler sonucunda plütonik kütlenin tonalitler ve gabro-diyoritlerden oluştuğu ve tonalitler içerisinde de mafik mikrogranüler anklavların varlığı tespit edilmiştir (Görsel 2-3-4, Evcimen, 2011).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 2. Kazmaca-Eosen havzası ve yakın çevresinde ayırt edilen kaya birimlerine ait genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (Hakyemez vd.,1986'dan değiştirilerek)



Görsel 3. Üst Eosen- Alt Miyosen yaşlı İncik ve Bayındır Formasyonlarının stratigrafik kesiti (ölçeksiz)

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 4 Örnek Alınan Noktalar

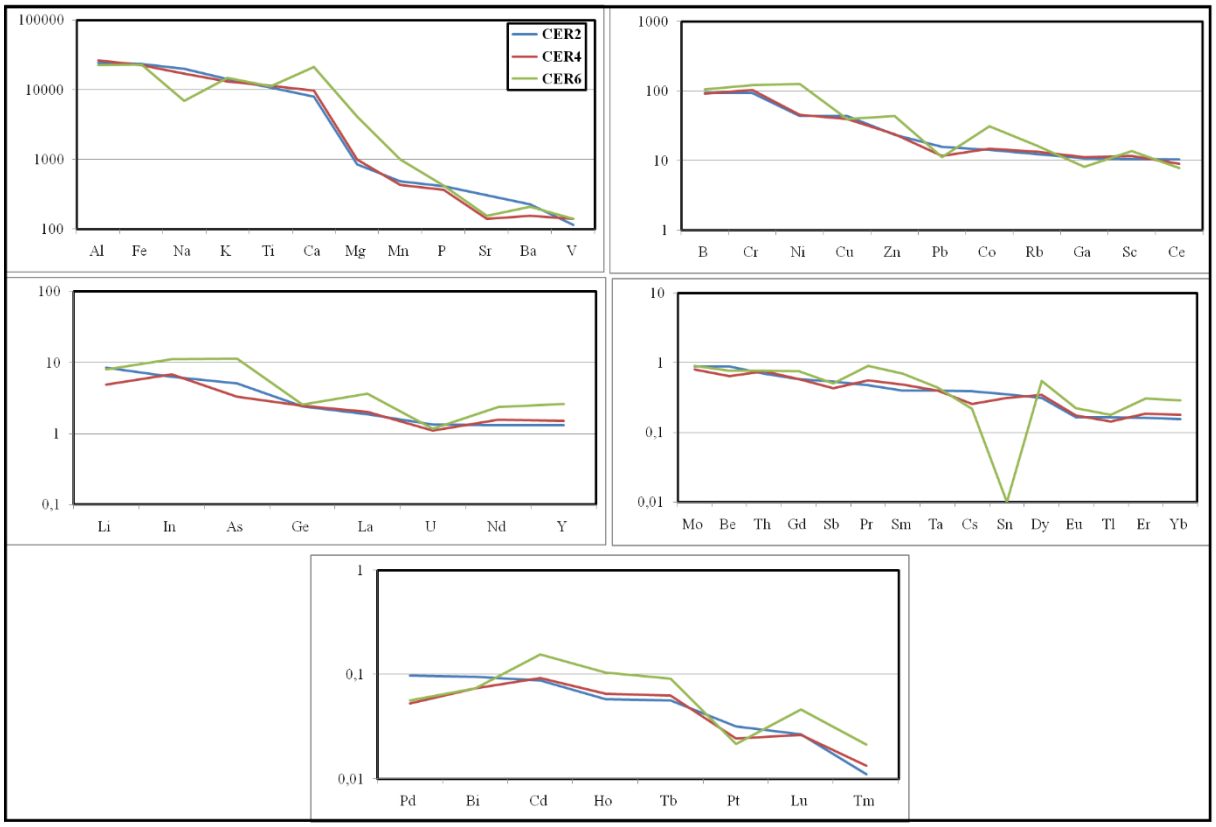
2. MALZEME VE YÖNTEMLER

Çok Amaçlı X-Işını Difraktometresi (MP-XRD) ve Dalga Boyu Dağıtıcı X-Işını Flüoresan Spektrometresi (WD-XRF) analizleri Yozgat Bozok Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (BİLTEM) laboratuarlarında gerçekleştirildi.

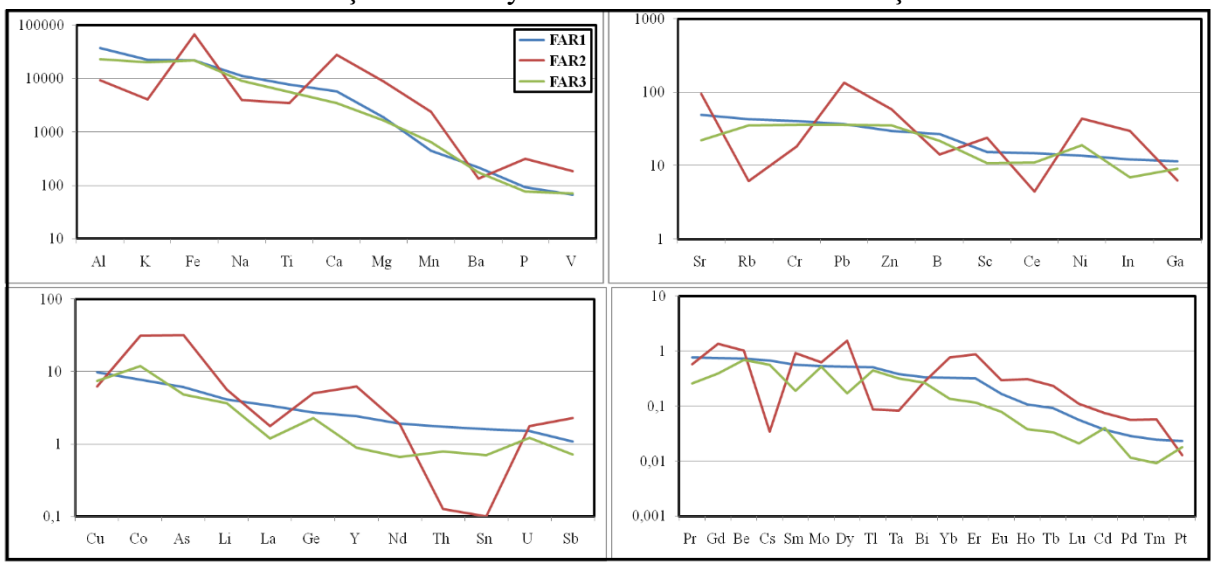
ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Analiz sonuçlarına göre Görsel 5-8' de örnek alınan her bir noktadaki elementler bolluklarına göre gruplandırılmıştır. Genel olarak tüm örnekler her örnek alım noktasında uyumlu bir trend ve değişim göstermektedir.

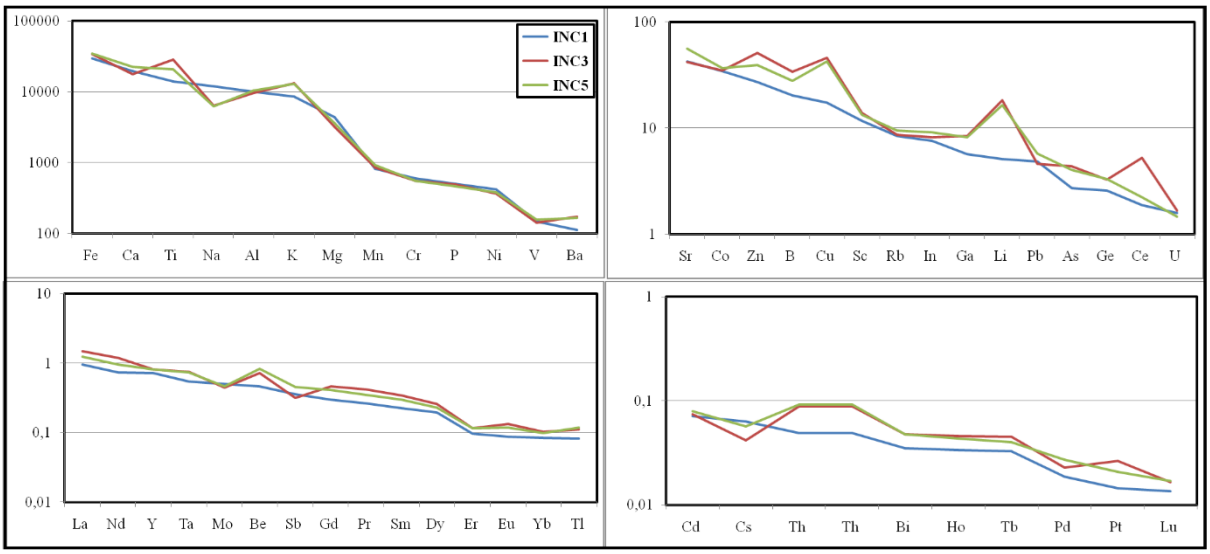


Görsel 5. Çerikli lokasyonudaki örneklerin element içerikleri.

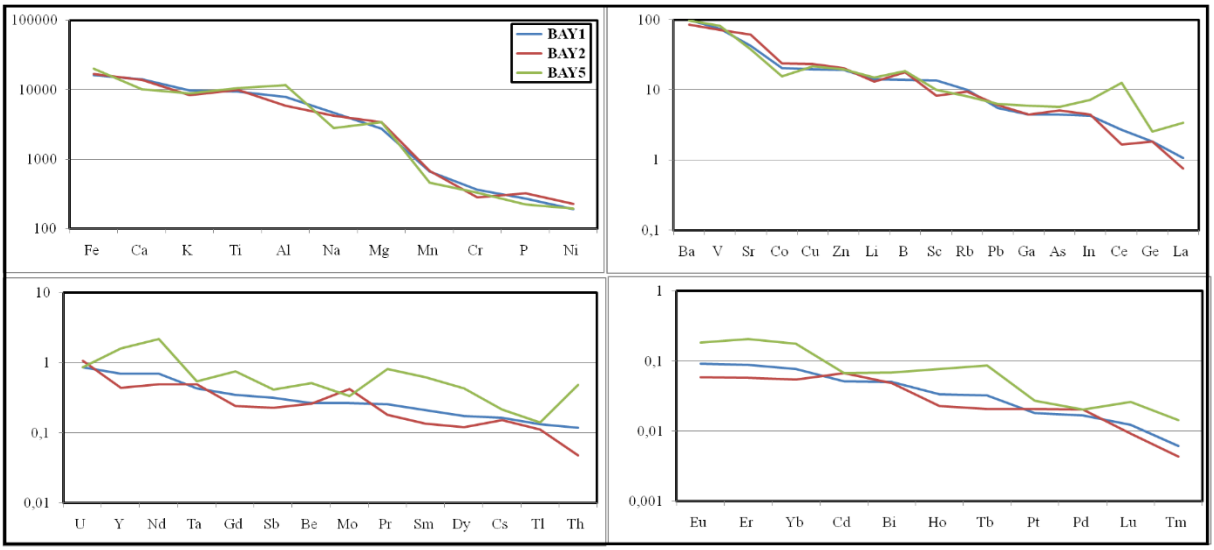


Görsel 6 Faraşlı lokasyonundaki örneklerin element içerikleri.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 7. İncik Lokasyonundaki örneklerin element içerikleri.



Görsel 8 Bayındır lokasyonundaki örneklerin element içerikleri.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Kazmaca, İncik ve Bayındır Formasyonları Neojen'den Üst Eosen-Alt Miyosen'e kadar farklı jeolojik ortam koşullarında oluşmuş kırmızı renkli kayalardan oluşur.

Bu kayaçlar, düşük enerjili kalkerli veya dolomitik silttaşlarını, deniz veya göl kökenli şeylleri ve karbonat kayalarını ve yüksek enerjili kumtaşlarını, arkozları ve kıtasal kökenli konglomeraları içerir.

Bölgedeki bazik ofiyolitik melanj Paleosen yaşlı Sulakyurt graniti tarafından kesilerek İncik ve Kızılırmak formasyonları tarafından örtülmektedir.

Kırmızı renkli tortul kayaçların oluşumu genellikle bakır gibi bileşenlerin oksitlenmiş tuzlu sularla aktive edilmesi veya deniz veya göl çökeltilerindeki sülfatın kükürt içeren sıvılar tarafından indirgenmesi sonucu meydana gelir. Cu, Ag, Pb, Zn, Mo, V, U, Th, Co gibi elementlerle zenginleştirilen bu kayaçların mineral içerikleri XRD, XRF ve ICP-MS analizleriyle belirlendi.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Metal birikimi indirgeme-oksidasyon reaksiyonları ile kontrol edilir ve jeokimyasal veriler oluşum mekanizmasıyla tutarlıdır.

KATKI BELİRTME

Bu Çalışma, Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FYL-2024-1440 nolu "Kırıkkale civarında yüzeyleyen kırmızı renkli Neojen yaşlı Kazmaca Formasyonu ile Üst Eosen Alt Miyosen yaşlı İncik ve Bayındır Formasyonlarının Nadir Toprak Element Potansiyeli" başlıklı Yüksek Lisans tezi projesi ile desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

Birgili, Ş., Yoldaş, R., Ünalan, G., 1975. *Çankırı-Çorum Havzası'nın Jeolojisi ve Petrol Olanakları*, MTA Rap. no 5621.

Hakyemez, Y., Barkut, M.Y., Bilginer, E., Pehlivan, Ş., Can, B., Dağer, Z. Ve Sözeri, B., 1986 *Yapraklı–Ilgaz–Çankırı–Çandır Dolayının Jeolojisi*, MTA Enst. Rap. no 7966

Karadenizli, L., Saraç, G., Şen, Ş., Seyitoğlu, G.,Antoine, P. O.,Kazancı, N., Varol, B., Alçiçek, M. C., Gül, A., Erten, H., Esat, K., Özcan, F., Savaşçı, D., Antoine,A., Filoreau, X., Hervet, S., Bouvrain, G., Debonis, L., ve Hakyemez, H. Y., 2004. *Çankırı-Çorum Havzasının Batı ve Güney Kesiminin Memeli Fosillere Dayalı Oligo-Miyosen Biyostratigrafisi ve Dolgulama Evrimi,* MTA Rap. no 10706 (Yayınlanmamış)

Evcimen, E. 2011. Sulakyurt (Kırıkkale) *Dolayının Jeolojisi Ve Sulakyurt Granitinin Kesmetaş Olarak Değerlendirilmesi.* Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

RARE EARTH ELEMENT CHARACTERİSTİCS OF ARSENİC-RİCH OXİDİZED LEAD MİNERALİZATİON İN ALADAĞLAR KURTTEPE (YAHYALI-KAYSERİ)

MS, Ufuk KESKİN[1],
Yozgat Bozok University Graduate Education Institute Yozgat, Turkey,
ufukkeskin1972@gmail.com, ORCID ID- 0000-0001-7944-7611

Assoc. Prof. Dr., Berna YAVUZ PEHLİVANLI[2]

Yozgat Bozok University Faculty of Engineering and Architecture Department of Geological Engineering ,Yozgat, Turkiye,
berna.yavuz@yobu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0127-8525

ABSTRACT

The Aladağ region consists of various stacks and formations deposited in the Devonian-Lower Cretaceous period. Ore-bearing formations such as Yahyalı, Küçüksu, and Minare Tepeler are located in the region. New research conducted in the Kurttepe (Yahyalı-Kayseri) field provides important data on the origin of mineralization in the region and rare earth element (REE) potentials. Within the scope of this study, the mineralogy and texture of rocks will be determined by petrographic examinations, and mineral-element contents and REE enrichment potentials will be investigated by XRD, ICP-MS, and XRF analyses. Samples from the study area show significant As enrichment. REE contents of the samples were normalized to standard values such as PAAS, NASC, Chondrite, Average Shale, and Upper Crust. A positive correlation was detected between As and these REEs. While rare earth element (REE) concentrations generally remain constant along the flow path, Eu (Europium) concentration increases. There is a positive correlation between arsenic (As) and Eu concentrations, and both are negatively correlated with Eh (redox potential). REE patterns of PAAS, NASC, Average Shale, and Upper Crust normalized samples indicate that groundwater is enriched with HREE (Heavy Rare Earth Elements). These waters show positive Eu anomalies and slightly negative Ce anomalies. Redox, complexation, desorption, and resorption processes affect groundwater REE concentrations and distribution patterns. Positive Eu anomalies are probably due to increased Eu^{+2} mobilization under reducing conditions, which may also cause arsenic mobilization.

Keywords: Rare Earth Elements (REE), Enrichment, Arsenic mobilization, Reducing condition

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ALADAĞLAR KURTTEPE (YAHYALI-KAYSERİ)'DE ARSENİK İÇEREN OKSİTLENMİŞ KURŞUN MİNERALİZASYONUNUN NADİR TOPRAK ELEMENT ÖZELLİKLERİ

ÖZET

Aladağ bölgesi, Devoniyen-Alt Kretase döneminde biriken çeşitli yığınlar ve formasyonlardan oluşmaktadır. Bölgede Yahyalı, Küçüksu ve Minare Tepeler gibi cevher taşıyan formasyonlar yer almaktadır. Kurttepe (Yahyalı-Kayseri) sahasında yürütülen yeni araştırmalar, bölgedeki mineralizasyonun kökeni ve nadir toprak element (NTE) potansiyelleri hakkında önemli veriler sağlamaktadır. Bu çalışma kapsamında, kayaçların mineralojisi ve dokusu petrografik incelemelerle belirlenecek ve mineral-element içerikleri ve REE zenginleştirme potansiyelleri XRD, ICP-MS ve XRF analizleriyle araştırılacaktır. Çalışma alanından alınan örnekler önemli As zenginleşmesi göstermektedir. Örneklerin REE içerikleri PAAS, NASC, Kondrit, Ortalama Şeyl ve Üst Kabuk gibi standart değerlere göre normalize edilmiştir. As ile bu NTE'ler arasında pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir. Nadir toprak element (NTE) konsantrasyonları genellikle akış yolu boyunca sabit kalırken, Eu (Europium) konsantrasyonu artmaktadır. Arsenik (As) ve Eu konsantrasyonları arasında pozitif bir korelasyon vardır ve her ikisi de Eh (redoks potansiyeli) ile negatif korelasyona sahiptir. PAAS, NASC, Ortalama Şeyl ve Üst Kabuk normalize edilmiş örneklerinin NTE desenleri, yeraltı suyunun HREE (Ağır Nadir Toprak Elementleri) ile zenginleştirildiğini gösterir. Bu sular pozitif Eu anomalileri ve hafif negatif Ce anomalileri gösterir. Redoks, kompleksleşme, desorpsiyon ve resorpsiyon süreçleri yeraltı suyu NTE konsantrasyonlarını ve dağılım desenlerini etkiler. Pozitif Eu anomalileri muhtemelen indirgeyici koşullar altında artan Eu^{+2} mobilizasyonundan kaynaklanmaktadır ve bu da arsenik mobilizasyonuna neden olabilir.

Anahtar kelimeler: Nadir Toprak Elementleri (REE), Zenginleştirme, Arsenik mobilizasyonu, İndirgeyici koşul

1. GİRİŞ

Aladağ yöresi, Devoniyen - Alt Kretase zaman aralığında çökelmiş birçok naplı yapılı jeolojik birimi barındırır. Bu birimler arasında Yahyalı, Siyah Aladağ, Çataloturan, Küçüksu, Minaretepeler, Üst Kuşak ve Beyaz Aladağ istifleri, ofiyolitli melanj, Tersiyer çökelleri ve morenler bulunur. Ancak, yalnızca Yahyalı, Küçüksu, Minaretepeler istifleri ve ofiyolitli melanj ekonomik olarak değerli cevherleşmeler içerir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Karbonatlı çinko - kurşun cevherleşmeleri, genellikle K-G ve KD-GB yönlü tektonik kırıklarda stokwork şeklinde oluşur. Aladağ - Delikkaya yatağı dışında kalan bu cevherleşmeler, belirgin tektonik yapılarla ilişkilidir.

Bölgede genel jeolojik incelemeler devam etmekle birlikte, Kurttepe (Yahyalı-Kayseri) sahasında yapılan yeni araştırmalar ve sondajlar önemli veriler sunmaktadır. Bu yeni veriler, Kurttepe sahasındaki cevherleşmenin kaynak özellikleri ve birikim ortamlarına ait paleo koşulların kimyasal bileşimi, redoks ortamı ve tektonik evrimi hakkında temel bilgiler sağlar.

Özetle, Aladağ yöresi jeolojik olarak zengin bir bölgedir ve özellikle Kurttepe sahası, yeni yapılan araştırmalarla dikkat çekmektedir (Görsel 1).

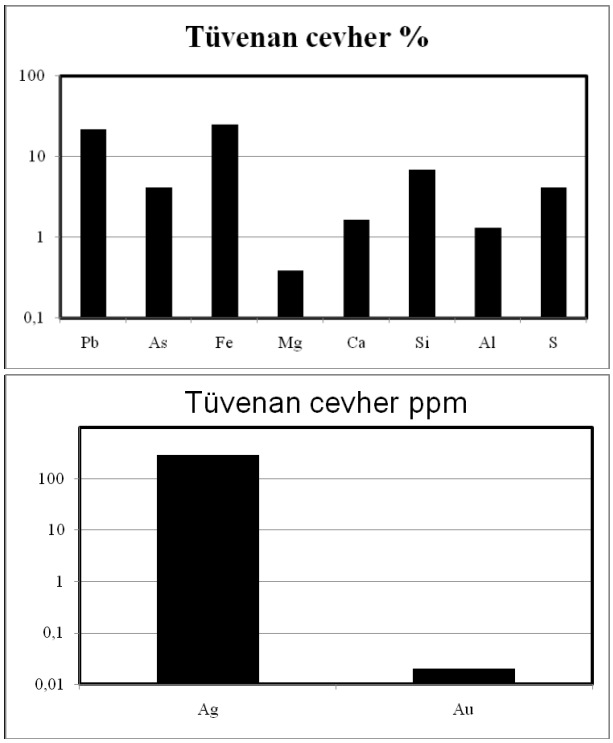


Görsel 1. Kurttepe sahasının görüntüsü.

Bir tüvenan cevher örneği analiz edildiğinde, %21.88 kurşun (Pb), 290 ppm gümüş (Ag) ve %25.00 demir (Fe) içerdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, cevherin safsızlık içeriği incelendiğinde, %4.20 arsenik (As), %6.93 silikon (Si) ve %4.13 kükürt (S) içermektedir.

Bu değerlere göre, cevherin sülfürlü bir yapıya sahip olduğu ve oksitlenme ve alterasyon sürecinden geçtiği görülmüştür. Bu süreçle birlikte, cevherin içeriğindeki Pb, As, Fe ve S elementleri minerallere dönüşebilir. Olası mineraller arasında Beudantite, Segnitite, Plumbjarosit ve Mimetit bulunmaktadır (Görsel 2).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



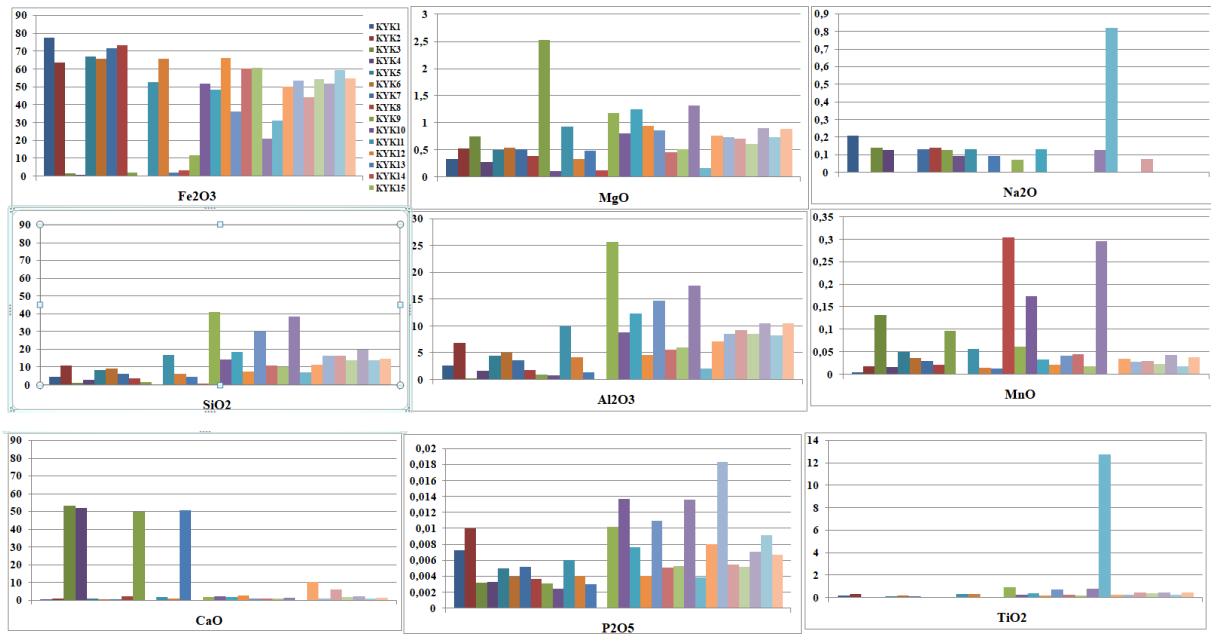
Görsel 2. Çalışma sahasının Tüvenan cevher numunesi kimyasal analiz sonuçları

2. MALZEME VE YÖNTEMLER

Çok Amaçlı X-Işını Difraktometresi (MP-XRD) ve Dalga Boyu Dağıtıcı X-Işını Flüoresan Spektrometresi (WD-XRF) analizleri Yozgat Bozok Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (BİLTEM) laboratuarlarında gerçekleştirildi.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Analiz sonuçlarına göre Görsel 3' de majör element bollukları görülmektedir. Buna göre Fe2O3, SiO2, CaO, Al2O3, TiO2, MgO, Na2O ve P2O5 bolluk sırasına sahip olduğu görülmektedir.

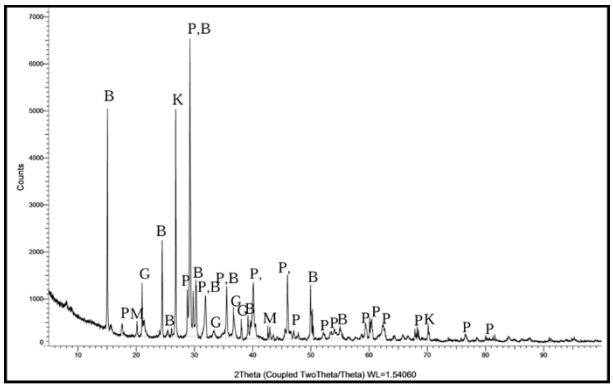


Görsel 3. Çalışma sahasının Majör element bollukları.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

X-Işını Difraksiyonu analizi neticesinde difraktogramda) görüldüğü üzere malzemenin baskın olarak Beudantite (yapısında Pb, Fe, As içeren Sülfat – Hidroksit minerali) ve Plumbjarosit (Pb, Fe içeren Sülfat – Hidroksit minerali) majör piklerine sahip olduğu, bununla birlikte az da olsa Kuvars (SiO2), Götit (Fe Hidroksit) ve Mimetite (Pb, As klorit minerali) minör piklerini içerdiği tespit edilmiştir.

X-Işını Difraksiyonu analizleri birlikte değerlendirildiğinde, cevherin kurşun içeriğinin farklı mineralizasyonlara bağlı olduğu, bu kapsamda Pb-Fe-As mineralleşmesinin (Beudantite ve Plumbjarosit) yanı sıra kurşun içeriğinin arsenik içeriğiyle birlikte direkt bir arada bulunduğu Mimetit (Pb-As Cl minerali) mineralleşmesinin de bulunduğu görülmektedir. Diğer taraftanda, benzer şekilde Fe minerallerinin de sülfatlı (Plumbjarosit, Beudantite) ve hidroksitli (Götit) mineraller olarak ikiye ayrıldığı görülmüş olup, silis içeriğininse beklendiği üzere serbest silis (Kuvars) olarak bulunduğu tespit edilmiştir (Görsel 4).



Görsel 4. Çalışma sahasının XRD verileri (B: Beudantite, P: Plumbjarosit, G: Götit, M: Mimetite, K: Kuvars)

4. NADİR TOPRAK ELEMENT JEOKİMYASI

Nadir toprak elementleri jeolojide;

1) Yeryuvarında belli bir konsantrasyon oluşturduğunda bir maden yatağı özelliğine sahip olur.

2) NTE içerikleri ile bazı oksit ve iz elementler kullanılarak bazaltik kayaçlardaki gibi ayrım diyagramları çizilmek suretiyle kökensel yorumlarında kullanılmaktadır.

3) Aynı zamanda maden yataklarının oluşum ortamları hakkında bilgi veren bir belirteç olarak yatağın orijini hakkında yorumlar yapılmasında da kullanılabilen elementlerdir.

NTE jeokimyası, jeokimya süreçlerinin belirlenmesinde önemli bir yöntemdir (Brookins, 1989).

Yapılan NTE ölçümlerinde ortamın; pH, özel geçirgenlik ve iletkenlik, sıcaklık, oksijen çözünürlülüğü, oksidasyon redüksiyon potansiyeli, (Eh) alkalinite, demir çökelimi ve H_2S konsantrasyonları önemlidir (Yavuz Pehlivanlı 2023 a,b).

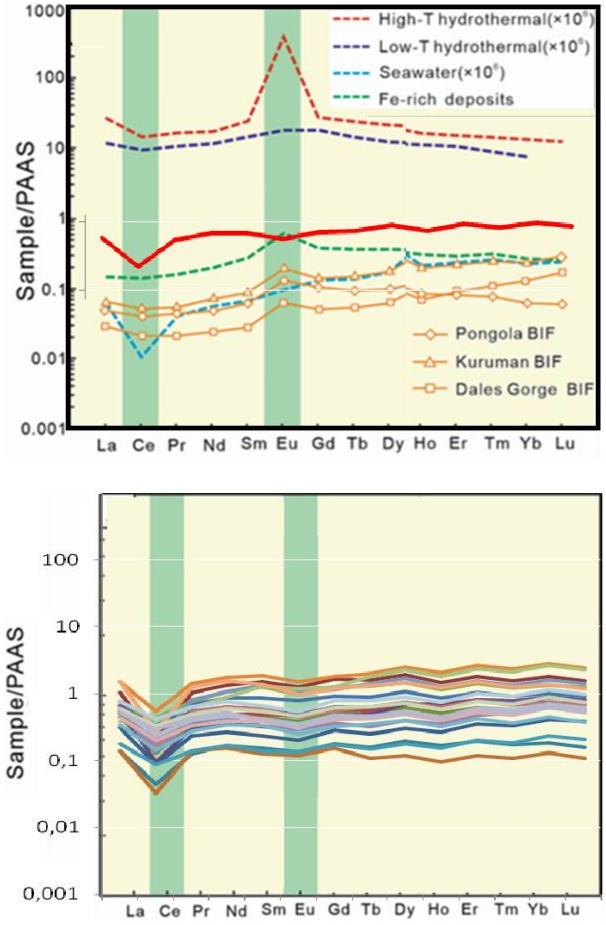
Doğada NTE'ler, NT^{+3} formunda yaygındır (Eu ve Ce), bu Eu^{+2} ve Ce^{+4} formunda bulunur ve özel jeokimyasal davranış sergilerler. Bu nedenle Ce ve Eu'un davranışı bir çevresel sistemin redoks şartlarının araştırılmasında son derece önemli olabilir (Loveland 1989).

Nadir toprak elementlerinde Eu'un pozitif (+) ve negatif (-)değişimi, Hidrotermal veya metamorfik akışkanların redoks şartlarındaki değişimleriyle ilişkili olabilir. Redoks şartları (T,P,pH, f_{O2} ve kimyasal bileşenler gibi (Bau 1991, Wood 1990) birçok faktöre bağlı olabileceği ileri sürülmüştür.

Yan kayaç litolojisi, cevheri oluşturan akışkanın karakteri, ortamsal faktörler cevherleşme de NTE karakterlerini etkimektedir. Görsel 5'de de görüldüğü üzere örnkelerin PAAS'a normalize NTE trendlerinde ANTE zenginleşmesi ve negatif Ce anomalisi karakteristiktir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Ce anomalileri, Ce'nin diğer nadir toprak elementleriyle karşılaştırıldığında anormal redoks duyarlılığı nedeniyle oksijen bulunabilirliğindeki değişiklikleri izler. Deniz sularının NTE-Y bileşeni negatif (-) Ce ve Eu aykırılıklarıyla (anomalileriyle) karakteristiktir. Okyanus ortası sırtlarında depolanan Fe-Mn yatakları gibi; Eu ve Ce'da şiddetli azalma yine deniz sularının karakteristiğini yansıtır (Piper ve Graff, 1974). Ce aykırılığı (anomalisi) kayaç oluşumunun redoks ortamını yansıtır. Negatif (-) Ce aykırılığı (anomalisi) hidrotermal akışkanların kaynağında yüksek oksijen fügositesine işaret etmektedir. Pozitif (+) Ce aykırılıkları (anomalileri) magmanın kaynağında, düşük oksijen fügositesini belirtmektedir (Constantopoulos 1988). Deniz sularında şeyl normalize NTE patternleri, oksik deniz suyunda Ce^{+4} oksidize Ce çözeltide indirgendiği için negatif (-) Ce aykırılığı (anomalisi) göstermektedir. Negatif (-) Ce aykırılığı (anomalisi) deniz suyundan kaynaklanan NTE'ler için iyi bir kanıttır (Önal ve diğ. 2002).



Görel 5: a: Dunyadaki diğer BIF yataklarıyla Çalışma sahasına ait cevherlerin NTE kıyaslaması, b: Çalıma sahasına ait örneklerin PAAS'a normalize NTE trendleri.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu kapsamda, cevherin Pb, As, Fe ve S içerikleri göz önüne alındığında, sülfürlü bir cevher yapısının oksitlenmesi ve altere olması ile içerisinde Pb-As-Fe-S içeriklerine sahip minerallere dönüşmüş olabileceği, bu minerallerin Beudantite, Segnitite, Plumbjarosit veya Mimetit olabileceği öngörülmüştür.

Bu çalışmada özellikle cevherleşmenin mineral içeriği (XRD ile), ana (XRF ile), iz ve nadir toprak element (ICP-MS ile) jeokimyasına odaklanılmıştır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Cevherli örneklerin element içerikleri baz alınarak; paleo-oluşum şartları, kimyasal bileşim, redoks ortamı ve jeolojik şartlar yorumlanabilmektedir. Aladağ-Kurttepe (Yahyalı-Kayseri) Arsenik Zengin Oksitlenmiş Demir yatağının mineral içeriği; Götit, Kuvars, Haykokit, Jarosit, Vermikülit (La-değişimli), Paragonit, Kalsit ve Kaolinit gibi minerallerden oluşur.

Tüm örnekler PAAS, NASC, üst Kıtasal kabuk (UCC) ve ortalama şeyle (S) normalize edildiğinde, Ağır Nadir Toprak Elemen (ANTE) Zenginleşmesi göstermektedir.

Genellikle benzer maden yataklarında da; hafif nadir toprak elementlerinin tüketildiği ve La ve Y elementlerinde zenginleşmenin olduğu görülmektedir.

KATKI BELİRTME

Bu Çalışma, Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FYL-2024-1326 nolu "Aladağlar Kurttepe Yahyalı Kayseri Arsenikce Zengin Oksitli Kurşun Cevherleşmesinin Nadir Toprak Element Karakteristikleri" başlıklı Yüksek Lisans tezi projesi ile desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

Bau, M., 1991. *Rare earth element mobility during hydrothermal and metamorphic fluid-rock interaction and the significance of the oxidation state of europium.* Chem. Geol., 93, pp. 219-230.

Brookins, D.G., 1989. *Aqueous geochemistry of rare earth elements.* In: Lipin, B.R., McKay, G.A. (Eds.), Geochemistry and Mineralogy of Rare Earth Elements, Reviews in Mineralogy, vol. 21. pp. 201–225.

Constantopoulos, J., 1988. *Fluid inclusion and REE geochemistry of fluorite from south-central Idaho*. Econ. Geol. 83, pp. 626–636.

Loveland, W., 1989, *Environmental sciences,in Bunzli,* J.-C.G. and Choppin, G.R., eds., Lanthanide Probes in Life, Chemical, and Earth Sciences: New York, Elsevier, p. 391-411.

Önal, A, Şaşmaz, A., and Önal, A., 2002. *Pınarbaşı (Çelikhan-Adıyaman) apatitli manyetit cevherinin mineralojisi jeokimyası ve kökeni*. Yerbilimleri (Geosound), sayı:40-41, s: 207-227.

Piper, D.Z. and Graef P., 1974. *Gold and rare earth elements in sedimentary from the East Pasific Rise*. Mar.Geol, 17, pp. 287-297.

Wood, S., 1990. *The aqueous geochemistry of the rare earth elements and yttrium.* 1. Rewiev of available low-temperature date for inorganic complexes and the inorganic REE speciation of natural waters. Chem. Geol., 82, pp. 159-186.

Yavuz Pehlivanlı B. 2023 a. *Doğal Jeokimyasal Stres Altındaki Bitki Türlerinin İz Element ve Nadir Toprak Elementlerin (NTE) Birikimi.*Tarım Bilimleri Alanında Multidsipliner Güncel Çalışmalar Iıı, Doç. Dr. Kübra Yazici Ve Doç. Dr. Hülya Doğan, Editör, Iksad Publications, Ankara, Ss.113-143, 2023

Yavuz Pehlivanlı B. 2023 b. *Nadir Toprak Element (NTE) Oksidler, Alaşımlar, Bileşenlerin Özellikleri ve Uygulamaları.* Jeoloji ve Yer Bilimlerinde Genel Konular 1, Doç. Dr. Berna Yavuz Pehlivanlı, Editör, Bidge Yayınları, Ankara, Ss.151-179, 2023

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Schottky Diode Performance of Poly(p-phenylene vinylene) (PPV) Material

Assoc. Prof. Dr. Ali Rıza DENİZ
Hakkari University
alirizadeniz@hakkari.edu.tr – ORCID ID/0000-0003-3019-0522

ABSTRACT

Poly(p-phenylene vinylene) (PPV or polyphenylene vinylene) is a conducting polymer of the rigid rod polymer family. PPV is the only polymer of this type that can be processed into a highly ordered crystalline thin film. PPV and its derivatives are electrically conductive upon doping. Although insoluble in water, its precursors can be processed in aqueous solution. Its small optical band gap and bright yellow fluorescence make PPV a candidate for applications such as light emitting diodes (LEDs) and photovoltaic devices. In this study, PPV/p-Si thin films were produced. Morphological analyses of these thin films were performed using SEM and TEM. After, Au/PPV/p-Si/Al diode and reference Au/p-Si/Al diode were fabricated by using PPV material as interface material. In this study, Au/PPV/p-Si/Al diode and reference Au/p-Si/Al diode were fabricated by using PPV material as interface material. Current-voltage (I-V) measurements of these diodes were carried out at room temperature. These measurements were performed using the thermionic emission method (TE) to calculate ideality factor (n) and barrier height (Φ_b) values, while series resistance (R_s) values were calculated using Cheung functions. When these values were examined, it was determined that the n and R_s values of the target diode were lower and the Φ_b value was higher than the reference diode. This comparison is an indication that the PPV material has improved the electrical properties of the diode.

Key Words: Poly(p-phenylene vinylene) (PPV), Schottky Diode, Thermionic Emission, Current-Voltage, Cheung Function

1. INTRODUCTION

The foundations of modern electronics and computer technology, which have given great impetus to the technological development of humanity, are based on the discovery of semiconductors. The ever-expanding use and application areas of materials that have become a new research branch with their sophisticated and diverse physical properties, as well as the discovery of new semiconductor materials day by day, have made understanding semiconductor material structures important.

The advancement of semiconductor technology has gained a new dimension with the use of carbon-based organic materials in the development of semiconductors. Organic semiconductor materials have various advantages such as lower cost, wider material variety, and more flexible applications thanks to the advantages offered by organic materials. The basic building blocks that constitute organic semiconductor materials include polymers and organic-inorganic-like structures. Polymers, which have a long molecular chain structure formed by the formation of

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

consecutive components of various organic structures, have repeating units at the molecular level. This molecular structure allows organic semiconductor materials to form different polymeric chains and thus to produce an unlimited variety of organic semiconductor materials **[1]**.

One of the areas where organic materials are used is the metal-semiconductor Schottky Barrier Diode (SBD) applications, which attract attention with their advantages such as high operating efficiency and high switching frequencies, and noiseless operation even at low voltage values such as 0.25 V. The barrier feature that gives SBDs their name arises from the polymer layer applied between the metal and semiconductor in the metal polymer semiconductor (MPS) structure, which creates a barrier that restricts the transfer of electrons from the polymer layer to the metal anode. The use of organic materials in SBDs has brought with it some difficulties such as the low carrier mobility of organic materials, high energy barriers, and disadvantages caused by surface effects. Various studies are being carried out on overcoming these difficulties and producing more efficient MPS SBDs with more desired characteristics **[2]**.

In this study, Poly(p-phenylene vinylene) (PPV) was used as an interlayer in SBD. The aim was to investigate the electrical parameters obtained from I-V measurements of Au/PPV/p-Si/Al diode.

2. MATERLA AND METHODS

The PPV material in this study was supplied by Sigma Aldrich (CAS No:184431-56-9). The chemical structure of PPV is given in **Fig 1**.

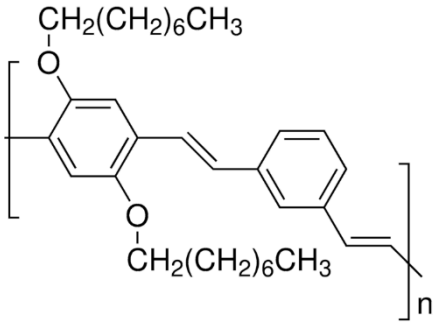


Fig. 1 The chemical structure of PPV material

In order to examine the morphological properties of the PPV material, the PPV material in the liquid phase was coated on a thin glass using the spin coating method to obtain PPV thin films. TEM and SEM images of this thin film were taken, respectively. The TEM image of the PPV thin film is given in **Fig 2**. The particle size was determined to be around 25 nm from the TEM analysis of the PPV film. **Fig 3** shows the SEM image of the PPV thin film. The coating thickness was calculated to be around 15 nm from the SEM analysis of the PPV thin film, The PPV particles show a nearly homogeneous distribution.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

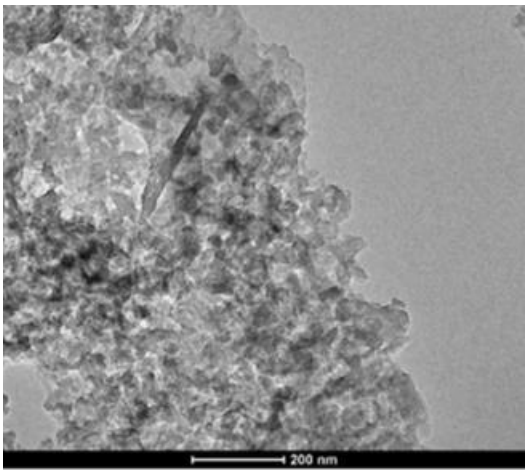


Fig. 2 The TEM image of PPV thin film

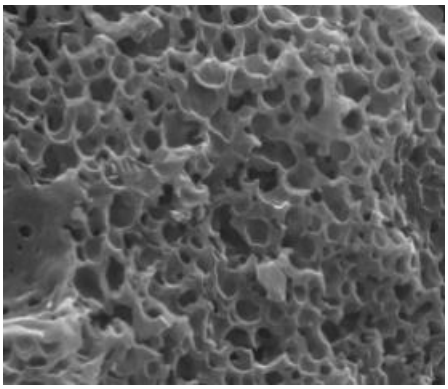


Fig. 3 The SEM image of PPV thin film

To produce the Au/PPV/p-Si/Al diode, a single-surface polished mono-crystalline silicon (Si) layer with a <100> arrangement, a thickness of 100±10μm and a resistance of 3.1 Ω.cm was used as the substrate. After the silicon layer was cut into square flakes with a 12 mm edge length using a diamond cutter, it was cleaned using the Radio Corporation of America (RCA) **[3]** method using hydrofluoric (HF) acid for 20 seconds to prevent contamination during production and to create better ohmic contact. The silicon flakes rinsed with pure water were dried on a hotplate and taken to a closed environment for Al coating. After the Al coating process, the polished surfaces of the silicon flakes that were annealed by heating were cleaned with HF acid at 50% solubility in case of oxidation. The silicon flakes were cleaned for short periods of 10 seconds to avoid surface wear due to the high solubility of HF acid, and then quickly rinsed with pure water. The silicon flakes, whose surfaces were dried on the hotplate, were placed in the spin-coater device to be coated with PPV mixtures. Coating was applied to the polished surfaces of the silicon flakes in the spin-coater device at a rotation speed of 1000 rpm for 30 seconds. Au metal was evaporated onto the PPV layer using a thermal evaporation unit. Thus, Au/PPV/p-Si/Al and Au/p-Si/Al reference diodes were produced.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

The I-V measurements of the diodes were carried out to analyze the electrical parameters of the diodes. The I-V graphs of diodes are given in **Fig 4**. The results obtained from the I-V analysis of the produced diodes were examined according to the Thermionic emission theory (TE). Thermionic emission can be defined as the process of electrons coming out of the surface of a material due to its temperature. The ideality factor of a diode indicates how well the thermionic emission process works in an ideal diode. The saturation current is the maximum current that the diode reaches during the thermionic emission event. The barrier heights are defined as potential barriers that prevent the output of the diode. The ideality factor and saturation current of a diode are obtained by calculations based on the Richardson equation **[4]**. In these equations, the expression n represents the parameter that expresses how much the diode deviates from ideal properties. The ideality factor of the diode is accepted as 1 for an ideal diode. The saturation current varies depending on factors such as temperature and barrier height. The n and Φ_b values of the diode were calculated using I-V analysis graphs. The results obtained are given in **Table 1**. When we examine the values in the table, the n value of the target diode was calculated as 1.21, while the n value of the reference diode was calculated as 1.77. In addition, the Φ_b value of the target diode was calculated as 0.82 eV, while the Φ_b value of the reference diode was calculated as 0.68 eV. These calculations show that the PPV material improves the diode parameters.

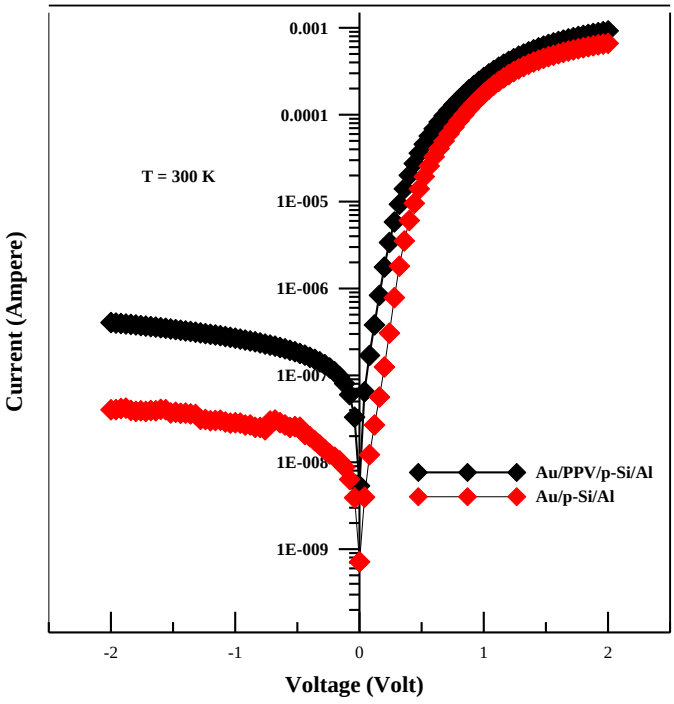


Fig. 4 The I-V plots of diodes

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Table 1 The n and Φ_b values of diodes

Diodes	**n**	**Φ_b (eV)**
Au/p-Si/Al	1.77	0.68
Au/PPV/p-Si/Al	1.21	0.82

One of the important electrical parameters in diodes is the series resistance (R_s) effect. The series resistance effect causes bending in the high flat supply region in the I-V graph of diodes. Cheung functions **[5]** are the main methods for calculating the R_s value in diodes. The R_s values of the diodes were calculated using Cheung equations **[6]**. The R_s value of the target diode was calculated as 1109 kΩ, while the R_s value of the reference diode was calculated as 3045 kΩ. The use of PPV material caused the R_s value to decrease. The PPV material contributes to the electrical conductivity of the diode.

4. CONCLUSIONS

The basic diode parameters were calculated from the I-V characteristics of the Au/PPV/p-Si/Al diode obtained by using PPV material as the interface coating material. When the n, Φ_b and R_s values of the target diode and the reference diode were compared, it was determined that the PPV material improved the diode parameters.

Acknowledgments
This study was financed from Hakkari University Scientific Research Projects budget numbered ‘‘**FM24BAP2**’’.

REFERENCES

[1] Akila, T., Gayathri, P., Sibu, G. A., Balasubramani, V., Al-Lohesan, H., Al-Dhayan, D. M. Augmented photovoltaic performance of Cu/Ce-(Sn:Cd)/n-Si Schottky barrier diode utilizing dual-doped Ce-(Sn:Cd) thin films, Optical Materials, 140, 115133, 2024.
[2] Güçlü, Ç. Ş. On the impact of pure PVC and (PVC: Ti) interlayer on the conduction mechanisms and physical parameters of classic metal-semiconductor (MS) Schottky diodes (SDs), Physica B: Condensed Matter, 689, 416173, 2024.
[3] Erdoğan, M., Deniz, A. R., Çaldıran, Z. A novel thiophene-based D-π-A type organic material: Synthesis, characterization and Schottky diode applications, Journal of Photochemistry & Photobiology, A: Chemistry, 443, 114877, 2023.
[4] Deniz, A. R. Analysis of temperature dependent current-voltage and frequency dependent capacitance-voltage characteristics of Au/CoO/p-Si/Al MIS diode, Microelectronics Reliability, 147, 115114, 2026.
[5] Çaldıran, Z. Fabrication of Schottky barrier diodes with the lithium fluoride interface layer and electrical characterization in a wide temperature range, Journal of Alloys and Compounds, 816, 152601, 2020.
[6] Taşyürek, L. B., Aydoğan, Ş., Sevim, M., Çaldıran, Z. Analysis of the temperature dependent electrical parameters of the heterojunction obtained with Au nanoparticles decorated perovskite strontium titanate nanocubes, Journal of Alloys and Compounds, 914, 165140, 2022.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Changes in Basic Diode Parameters of Poly(p-phenylene vinylene) (PPV) /p-Si Diode Depending on Temperature and Radiation

Assoc. Prof. Dr. Ali Rıza DENİZ
Hakkari University
alirizadeniz@hakkari.edu.tr – ORCID ID/0000-0003-3019-0522

ABSTRACT

Poly(p-phenylene vinylene) (PPV) material is used in various fields of semiconductor technology due to its electrical and optical properties. In this study, it was used as an interface material in diode applications and Au/PPV/p-Si/Al diode was produced. The main parameters affecting the electrical properties of a diode are temperature and radiation. Especially at low temperatures, the electrical properties of the diode show significant changes. In addition, diode parameters show changes depending on the amount of radiation exposed. For this reason, current-voltage (I-V) measurements of Au/PPV/p-Si/Al diode were carried out at different temperature values. Using these measurements, ideality factor (n) and barrier height (Φ_b) values of the diode were calculated using the thermionic emission (TE) method. Also, series resistance (R_s) values were calculated using the Norde function. As a result of these calculations, it was determined that n and R_s values decreased with increasing temperature, while Φ_b value increased. This was attributed to the inhomogeneous structure of the potential barrier at the diode interface.
To analyze the radiation sensitivity of the diode, different doses of X-ray radiation were applied to the diode. At the end of each applied dose, I-V measurements of the diode were performed. Diode parameters were calculated for each dose. When the calculated values were examined, it was determined that the n and R_s values increased with the increase in the dose amount, while the Φ_b value decreased. It was determined that the destructive feature of the X-ray beam negatively affects the electrical parameters of the diode due to the changes it causes on the diode interface.

Key Words: Poly(p-phenylene vinylene) (PPV), Schottky Diode, X-Ray, Temperature, Norde Method

1. INTRODUCTION

Metal-semiconductor (MS) contacts play an important role in integrated circuit technology. Metal-semiconductor rectifier contacts are the most widely used in the electronics industry. The current-voltage (I-V) characteristics of MS contacts generally deviate from the ideal thermionic emission current model. To date, there are numerous experimental studies on the characteristic parameters of MS contacts, such as barrier height and ideality factor **[1-2]**.

In recent years, elemental silicon semiconductor has become a remarkable material among III-VI compound semiconductors due to its advantages in making metal-semiconductor contacts,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

solar cells, laser diodes, photo-detectors and high speed metal-semiconductor field effect transistors (MISFETS), microwave sources, high power and high frequency low noise amplifiers.

The analysis of I-V characteristics of Schottky barrier diodes at room temperature does not only provide detailed information about their conduction mechanism but also provides information about the nature of barrier formation at the metal-semiconductor interface. However, the lack of a complete explanation of the transfer of charge carriers across the MS contact still poses a significant problem. According to thermionic emission theory, the I-V characteristics of SBDs show an abnormal decrease in the barrier height (Φ_b) and an increase in the ideality factor n with decreasing temperature **[3]**. The occurrence of the decrease in barrier height and increase in ideality factor has been successfully explained by the inhomogeneous Schottky contact structure of thermionic emission theory. The barrier height is a function of the atomic structure of the interface and atomic inhomogeneities caused by grain boundaries, multiphases, defects, pores (facets), mixture of different phases etc. at the metal-semiconductor (MS) interface **[4]**.

Contamination by unwanted reaction products and particles at the metal-semiconductor interface is often caused by routine processing methods used in the semiconductor electronics industry. These impurities may act as direct inhomogeneities or may contribute to the formation of inhomogeneities through the formation of defects. It has been suggested that the non-ideal behavior of SBDs can be explained by assuming the existence of specific distributions of small interface regions on the order of nanometers with barriers lower than the actual barrier height of the junction. The current flowing through the metal contact (MS) is greatly affected by the presence of SBH inhomogeneities **[5]**.

2. EXPERIMENTAL DETAILS

Schottky diodes were obtained from Au/p-Si/Al samples with a diameter of approximately 1.5 mm using p-Si crystals grown in the [100] direction with a thickness of 400 μm and polished on both sides. Since both sides of the sample were polished, no mechanical cleaning was required on the surfaces. In addition, it is very important to clean the surface of the sample from organic and mechanical dirt so that the results can be reliable. In order to make an ideal and high-quality diode, it is very important that the surfaces of the materials to be contacted are very clean, bright, oxide-free and smooth, and free from organic and heavy metal contamination. RCA1 and RCA2 procedures were followed in the chemical cleaning of these parts **[6]**. The Al metal used in evaporation was washed ultrasonically in methanol for 5 minutes before use and the heaters used were washed ultrasonically in H_2O+HCl (10:1) for 5 minutes before use. The evaporation device was cleaned before the evaporation process. Since the sample will be annealed after the evaporation process while making ohmic contact, the quartz crucible used while placing the sample in the furnace during the annealing process was washed ultrasonically with acetone and methanol for 5 minutes. The chemically cleaned Al metal that will be used for ohmic contact production was placed on the molybdenum heater, melted in a vacuum environment and thermally evaporated to one surface of the Si slice at 10^{-5} torr pressure.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

The sample taken from the vacuum environment was annealed in an annealing furnace at 480 °C for 5 minutes after the evaporation process in order for the contact to be homogeneous and to penetrate into the semiconductor, and the ohmic contact was obtained. PPV material was coated on the glossy surface of the sample by spin coating method. Au metal was coated on the PPV layer with the help of thermal evaporation unit. Thus, Au/PPV/p-Si/Al diode was obtained. The schematic representation of the Au/PPV/p-Si/Al diode is shown in **Fig1**.

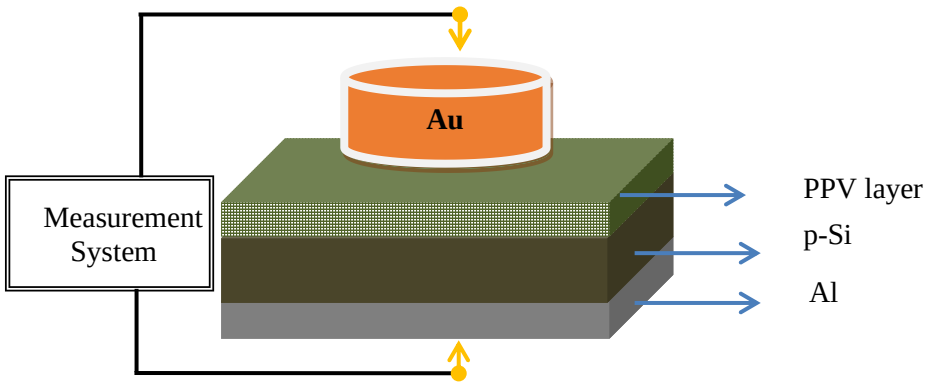


Fig.1 Schematic representation of Au/PPV/p-Si/Al diode

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

In order to examine the electrical parameters of Au/PPV/p-Si/Al diode depending on temperature, I-V measurements were performed between 100 K and 300 K with 50 K steps. The temperature dependent I-V graph of the diode is given in **Fig 2**. The n and Ob values of the diode were calculated using the thermionic emission theory equations **[7]**. These values are given in **Table 1**. When these values are examined, the n value of the diode decreases with the increase in temperature. In addition, the Φ_b value of the diode increases with the increase in temperature. This situation is due to the inhomogeneous structure of the potential barrier at the diode interface. At low temperature values, electrons will have low thermal energy and can pass through low barriers. At high temperature values, electrons will have more energy and can pass through high barriers. Therefore, while the diode has a low Φ_b value at low temperature values, it has a higher Φ_b value at high temperatures **[8]**.

Table 1. The n and Φ_b values of diode

Temperature (K)	n	Φ_b (eV)
100 K	3.22	0.49
150 K	2.67	0.54
200 K	2.23	0.62
250 K	1.67	0.71
300 K	1.23	0.79

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

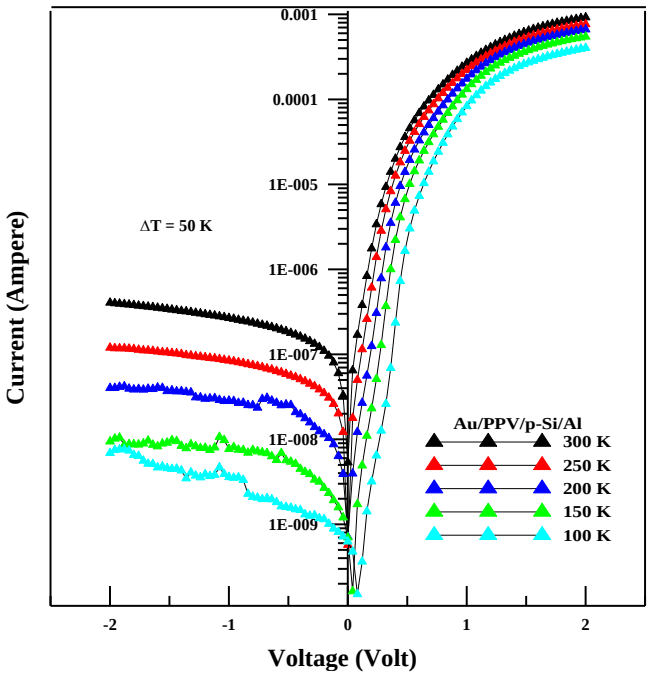


Fig. 2 The I-V-T plots of Au/PPV/p-Si/Al diode

Cheung functions **[9]** were used to calculate the series resistance R_s value of the diode. The dV/d(lnI) - I graph of the diode, drawn using the Cheung equations, is given in **Fig 3**. The slope of this graph and the R_s values were calculated using the Cheung equations. The change of the R_s values with temperature is given in **Fig 4**. When the change of the R_s values with temperature is examined, it is seen that the R_s value decreases as the temperature increases. This situation is attributed to the increase in the number of ionized electrons with increasing temperature **[10]**.

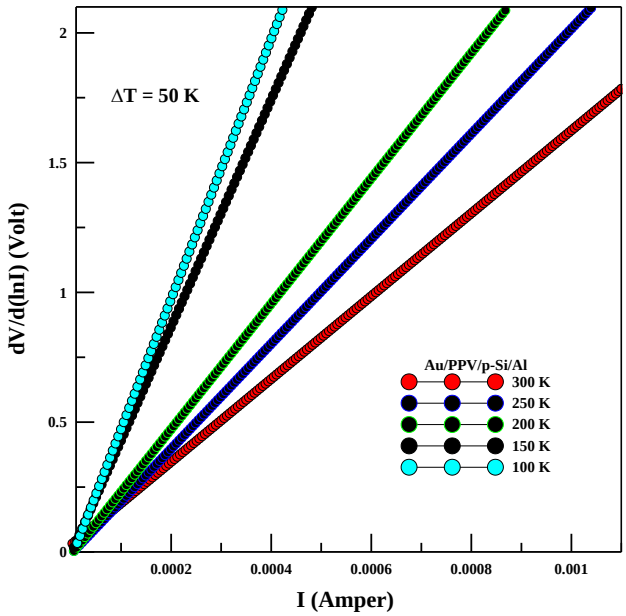


Fig. 3 The dV/d(lnI) - I graph of the diode

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

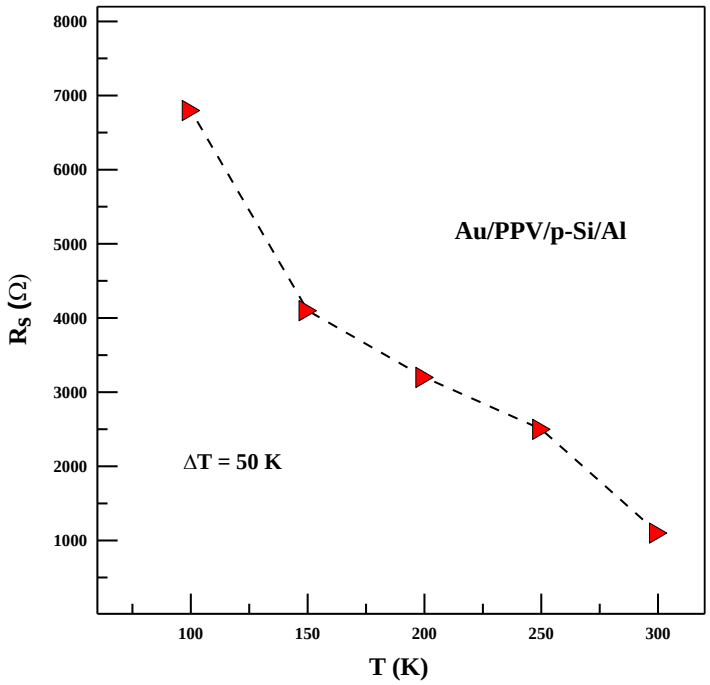


Fig. 4 The Rs – T plots of diode

In order to examine the changes in the electrical properties of the diodes with radiation, X-ray radiation of 50, 100, 150 Gray was applied to the Au/PPV/p-Si/Al diode, respectively. I-V measurements of the diode were performed after each irradiation. The comparative I-V graph drawn from the data obtained from the I-V measurements performed depending on the dose amount of the diode is given in **Fig 5**. The n, Φ_b and R_s values of the diode were calculated for each dose amount. These values are given in **Table 2**. When we examined the values, it was determined that the n and R_s values increased and the Φ_b value decreased with the increase in the radiation dose amount. These changes in the electrical properties of the diode are associated with the emergence of new charge carriers and a large number of defects near the semiconductor. Because these defects provide paths for charge carriers and thus cause an increase in currents. On the other hand, the decrease in the barrier height seen on the metal side and/or recombination centers near the semiconductor may also cause this increase **[11]**.

Table 2. The n, Φ_b and R_s values of Au/PPV/p-Si/Al diode depending on radiation dose amount

Radiation dose amount	n	Φ_b (eV)	R_s (Ω)
Inraddiation	1.23	0.79	1024
50 Gray	2.02	0.71	2841
100 Gray	4.05	0.64	5140
150 Gray	5.77	0.59	8407

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

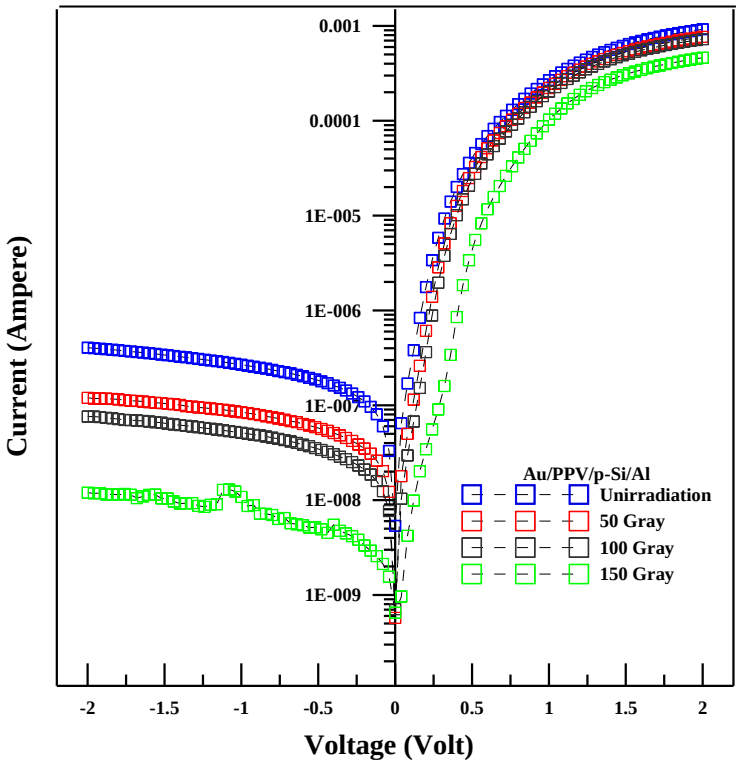


Fig. 5 The I-V plots of Au/PPV/p-Si/Al diode depending on the dose amount

4. CONCLUSIONS

After the production processes of Au/PPV/p-Si/Al diode, temperature-dependent I-V measurements of the diode were performed. It was determined that the n, Φ_b and R_s values calculated from these measurements were strongly dependent on temperature. It was determined that the n and R_s values of the diode decreased with temperature and the Φ_b value increased. This situation is explained by the inhomogeneous potential wall at the diode interface. In addition, diode parameters were calculated from I-V measurements performed for different dose amounts of the diode. It was determined that the diode parameters deteriorated with the increase in the radiation dose amount. This change is attributed to the defects caused by radiation at the diode interface.

Acknowledgments
This study was financed from Hakkari University Scientific Research Projects budget numbered ‘‘**FM24BAP2**’’.

REFERENCES

[1] Garg, M., Kumar, A., Sun, H., Liao, C-H., Li, X., Singh, R. Temperature dependent electrical studies on Cu/AlGaN/GaN Schottky barrier diodes with its microstructural characterization, Journal of Alloys and Compounds, 806, 852-857, 2019.
[2] Kumar, A., Kumar, A., Sharma, K.K., Chand, S. Analysis of anomalous transport mechanism across the interface of Ag/p-Si Schottky diode in wide temperature range, Superlattices and Microstructures, 128, 373-381, 2019.

[3] Güzel, T., Bilgili, A.K., Özer, M., Investigation of inhomogeneous barrier height for Au/n-type 6HSiC Schottky diodes in a wide temperature range, Superlattices and Microstructures, 124, 30-40, 2018.

[4] Filali, W., Sengouga, N., Oussalah, S., Mari, R.H., Jameel, D., Al Saqri, N. A., Aziz, M., Taylor, D., Henini, M. Characterisation of temperature dependent parameters of multi-quantum well (MQW) Ti/Au/n-AlGaAs/n-GaAs/nAlGaAs Schottky diodes, Superlattices and Microstructures, 111, 1010-1021, 2017.

[5] Guo, E., Zeng, Z., Zhang, Y., Long, X., Zhou, H., Wang, X. The effect of annealing temperature on the electronic parameters and carrier transport mechanism of Pt/n-type Ge Schottky diode, Microelectronics Reliability, 62, 6-69, 2016.

[6] Marıl, E. The effect of (PVP-Cu_2Te) organic interlayer on the electrical parameters of Al/p-Si Schottky barrier diodes (SBDs) at room temperature, Physica B: Physics of Condensed Matter, 604, 412732, 2021.

[7] Çınar, K., Çaldıran, Z., Coşkun, C., Aydoğan, Ş. Electrochemical growth of GaTe onto the p-type Si substrate and the characterization of the Sn/GaTe Schottky diode as a function of temperature, Thin Solid Films, 550, 40-45, 2014.

[8] Chen, J., Wang, Q., Lv, J., Tang, H., Li, X. Currentevoltageetemperature and capacitance-voltage-temperature characteristics of TiW alloy/p-InP Schottky barrier diode, Journal of Alloys and Compounds, 649, 1220-1225, 2015.

[9] Deniz, A.R., Taş, A.İ., Çaldıran, Z., İncekara, Ü., Biber, M., Aydoğan, Ş., Türüt, A. Effects of PEDOT:PSS and crystal violet interface layers on current-voltage performance of Schottky barrier diodes as a function of temperature and variation of diode capacitance with frequency, Current Applied Physics, 39, 173-182, 2022.

[10] Erdoğan, M., Deniz, A.R., Çaldıran, Z. A novel thiophene-based D-π-A type organic material: Synthesis, characterization and Schottky diode applications, Journal of Photochemistry & Photobiology, A: Chemistry, 443, 114877, 2023.

[11] Sittimart, P., Sasaguri, Y., Tunmee, S., Yoshitake, T., Ishıji, K., Ohmagari, S. Enlargement of effective area in Schottky barrier diodes on heteroepitaxial (001) diamond substrates by defect reduction and their radiation tolerance, Diamond & Related Materials, 147, 111346, 2024.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

ANALYSIS OF DRINKING WATER POLLUTANTS AND APPLICATION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT STANDARDS TO REDUCE RISKS AND ENHANCE ENVIRONMENTAL HEALTH IN SALAH AL-DIN GOVERNORATE

Lec. Dr. Ali H. AL-Obaidi[1], Assist. Lec. Sahira A. AL-Obaidi[2], Assist. Lec. Alaulddin M. Mahdi[3]

[1]Tikrit University , College of Pharmacy, 0000-0001-9045-9197
[2]Directorate of Roads and Bridges Salah al Din
[3]Tikrit University , College of Pharmacy

ABSTRACT

In this research, the necessity of society's commitment to sustainable development recommendations in Salah al-Din Governorate, especially water purification from a biological perspective in the environment, was studied. Different proportions of different bacteria for some human diseases were identified in drinking water samples taken from taps or stagnant water on the roads. A plan was made to find a solution and methods to purify it from pollutants resulting from war remnants, insects, bacteria and viruses that transmit diseases to members of society.

During our study, random samples were taken from different places in Salah al-Din Governorate and the percentage of pollution in drinking water was measured and the percentages of elements present in it were determined, such as (magnesium, potassium, aluminum, sodium, calcium, chloride and sulfate) in coordination with the Health Department and the Salah al-Din Water Directorate. The final results were within reasonable percentages for human use after being treated in filtration stations, which made drinking water suitable for use.

However, some risks were noted that were caused by the war remnants remaining in some places, as shown in the pictures attached to the research. These are dangerous to the environment and health of society and need urgent treatment due to the damage that will be exposed to the environment and the safety of individuals living in this governorate.

Keywords: Pollutants**,** Environment, Population

1. INTRODUCTION

Protecting the environment is the duty of every human being living on the globe, as he is the first affected by the pollution of the environment with various pollutants, and at the same time he is the cause of its pollution as well.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

The environment is generally defined as the physical, chemical, and biological conditions of the region in which the organism lives. The entire globe is considered the environment for human beings, and it consists of air, water, soil, and all other living organisms. Pollution is mainly an undesirable change in the characteristics that have been mentioned and arises mainly from Human activity, by neglecting hygiene, which results in serious health and environmental problems [(1)], for example, burning waste for disposal, in addition to what it causes of unpleasant odor and toxic gases that affect the health of individuals, especially those who suffer from chronic allergies. The combustion process is also harmful to the ozone layer, and it is well known. Everyone should know how dangerous this is, as environmental scientists have not found a solution to this serious problem for all of humanity, so we must not follow such behaviors that are harmful to society and the environment, which have a significant impact in the long run, such as increasing global warming [(1-3(] here are many diseases that arise as a result of contamination of drinking water with human and animal excreta, including cholera, typhoid fever, paratyphoid fever, dysentery and viral hepatitis. Agricultural and industrial activities also contribute significantly to the deterioration of the quality of raw water prepared for water filtration projects, including waste containing Chemicals, fats, soluble salts, toxic substances, pesticides, etc. Filtering drinking water and treating waste water is the best way to control the spread of waterborne diseases. The second is the correct treatment of waste water before throwing it into the waters of rivers and lakes [(4-5.(]

Waste is materials resulting from different or different life activities due to a group of factors, the most important of which are:

1. Population growth, which is directly proportional to waste, the greater the number of individuals, the greater the amount of waste generated by each individual [(6-8)].
2. Tour the original levels in the trash.
3. The development of growth in the production of large quantities of materials such as canned food (ready food), cups, spoons, and plastic and paper plates for one-time use only, which were used in household waste [(9-12)], and there are others that cannot be mentioned.

Field study of pollution sources

Oval Waste Dryer

1. Magnetic waste

It is an unusable or undesirable material resulting from a process of use or production and directed to receiving media after texts resulting from the use of the



Figure No. 1 Paper: newsprint, textbooks, cardboard, and others

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Figure No. 2 Plastic: water bottles, plastic bags, agricultural covers, and plastic cans



Figure No. 3 Other materials: construction materials waste, furniture, glass pieces.



Figure No. 4 Metals: remnants of war, cans, car bodies and other metal parts, batteries and used car tires before and after cleaning



Figure No. 5 Water Resulting From Household Uses.

This water is turbid with a yellowish or dark color. It contains organic materials such as food residues and chemicals such as soap and detergents, which include washing water and water.Baths, hydrocarbon compounds and some bacteria that cause serious diseases to humans.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

2. PREVIOUS STUDIES

The concerned departments for examining drinking water and pollution in Salah al-Din Governorate, according to the standard specifications mentioned in Table (1) below**:**

Table No. 1 Iraqi Standard 417 of 1974.

Specifications, concentration in (mg / L), except for the pointer opposite it	**permissible minimums**	**permissible upper limits**
Chlorination (NTU)	5	25
the color	-	colorless
pH	7- 8,5	6,5- 9,2
Thermal conductivity (µm/cm)	-	2000
calcium	75	200
magnesium	50	150
chloride	200	600
fluorine	100	500
Iron	0,3	1
sulfites	200	400
The probability number of (E. Col)	zero	zero
Possible number of (Col. Form)	zero	zero

2. 1. Department of Health

The Salah al-Din Health Department provided us with the results of bacteriological examinations in its hospitals (Table No.1) to indicate the quality of drinking water and its suitability for human consumption, as follows:
A- Bacteriological examination: The water prepared for drinking is examined before entering the distribution network at least once a day. The sterilization process is monitored several times during the day, and the results of the residual chlorine percentage are recorded in a permanent record for follow-up and treatment purposes.
B- Physical and chemical examination, including the following.
First - the short routine examination, which includes (temperature, color, odor, chlorination, taste, basicity, chloride, sulfate) once a month. Second - Examination of toxic substances, which includes (arsenic, cadmium, cyanide, mercury and selenium) at least once a year.

2.2. Environment Directorate
There is no laboratory available in the Salah al-Din Environment Directorate, so we took advantage of the results obtained from the Health Department and the Water Directorate in Tikrit.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

3. THE METHOD OF WORK

The results were taken from the Salah al-Din Water Directorate, which conducts chemical and physical examinations, as well as biological examinations, as shown in tables No. 2 and 3. However, this directorate does not conduct examinations for toxic heavy elements, oils and fats, because most of the drinking water outlet in Salah al-Din is exposed Oil pollution due to its occurrence south of the Baiji refinery, as well as pollution resulting from the discharge of domestic water into rivers.

Table No. 2 Chemical and Physical Tests of Drinking Water In Salah Al-Din Governorate For The Month of April 2023

number of models	Scientific designation	Examination type	The result
180	aluminium	A1	The directorate did not mention the number of potable or non-drinkable water samples
	potassium	K	
	Sodium	Na	
	total dissolved salts	T.S.S	
	permanent hardship	T.D.S	
	sulfites	So4	
	chlorides	C1	
	magnesium	Mg	
	calcium	Ca	
	acidity	PH	
	electrical conductivity	E.C	
	turbidity;	Turbidily	

Table No. 3 Biological Examinations

number of models	Examination type	The result
130	The percentage of residual chlorine is mg/L	The Directorate did not mention the number of samples suitable for drinking water or not suitable for drinking water
	The average probability number of coliform bacteria Coliform 37c/100ml))	
	Mean probability number of colonic erythema	

4. RESULTS AND DISCUSSION

1- The results obtained in Tables 1, 2 and 3 were compared with the Iraqi Standard for Drinking Water No. 417/1973 Table No.1 and it includes the acceptable and permissible upper limits for each of the physical, chemical and bacteriological specifications of water Drinking (13-16) to know the measure of water quality and to ascertain the percentage of pollution in the waters of the city of Tikrit.

Obtaining the following results after analyzing the image taken from the effluent water and the place where the water is deposited

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Table No. 4 Biological Tests of Drinking Water

the month	The total number of models	identical	Not matching
February	158	128	30
March	97	83	14
April	133	113	20
May	229	213	16
June	257	244	13

1. Drinking water is biologically fit for human consumption if the total number of bacteria (Coli form is less than 5 colonies/ml and zero (E.Coli) and the total number of bacteria is less than 10 colonies/ml [17-19].
2. The drinking water is biologically unsuitable for human consumption if there is one or more colonies ((E.Coli), the presence of more than (6) colonies of bacteria ((Coli form) in 100 ml of the sample and if the total number of bacteria is more than 10 colonies / ml [20-22].
3. After comparing the results obtained with the Iraqi national environmental standards and what was indicated in paragraphs (1) and (2), it is clear that the samples studied are not polluted and have no effect on the health of the local population**.**

REFERENCES

[1] Wagner, T., *The Environment Around Us*, (A Guide to Understanding Pollution and Its Effects), 19-20, 1997.
[2] Latif, H. A., Industrial Pollution (Sources - Pollution Chemistry - Control Methods) 29.28, 1987.
[3] Ahmed F. P., *Problems Of Pollution And Climate Change*, 2010.
[4] Wantanab, C. and Satoch, H., *Environmental Health Perspectives*, 104, 367, 1996.
[5] Murphy, C.B, and Spiegel, S.,J. *Water Pollute*, control fed. 54,849, 1992.
[6] Fouad, H. S., and Mustafa, M. Abu Qurain., *Environmental Pollution* (causes, dangers, and control of it),. 11-25, 1992.
[7] Muhammad, Abdel-Al., *The Environment And The Future In Light Of The Global System*, 2000.
[8] Saad, M. Al-Haffar., *Towards A Better Environment* (concepts and issues), Doha, 1985.
[9] Mustafa, A. L., *Protecting The Environment From Pollution*, 2005.
[10] Fathi, D., *The Environment In The Face Of Pollution*, 1.20. 2002.
[11] Mahmoud, A. M., *Environment and Pollution*, 2005.
[12] The Iraqi National Environmental Determinants for the year (1973).
[13] EPA UK (2005), Marts Monitoring Quality - Certification. http: www.
[14] Subhi, H.K., *Aquatic Microbiology*, Mosul, 1987.
[15] The annual report on the state of the environment in Iraq for the year (2003), Ministry of Environment - Republic of Iraq.
[16] The annual report on the state of the environment in Iraq for the year (2005), Ministry of Environment - Republic of Iraq.
[17] The annual report on the state of the environment in Iraq for the year (2006), Ministry of Environment - Republic of Iraq.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

[18] Hamed, H. Tantawi and Saadoun, K. and Felix, Y. Jerji., *Protecting The Environment From Virus Pollution*, , Beirut - Lebanon, 2006.
[19] Musa, R., Industrial Chemistry and Industrial Pollution, Mosul, 1991.
[20] Saturgae, S. and Baker, J., Pollution Toxicant. Lilt., 65,137, 2003.
[21] Marciad, L., Environmental and Human Dimensions,. 44, 53 1964.
[22] Fakhry, Y., Factors Affecting Wastewater Treatment, Baghdad, 1982.
[23] Faeq, J. K., The impact of environmental education on the organization and society and its relationship to administrative work, 2018.
[22] Recommendations contained in the International Conference on Sustainable Development, 2020.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

DEMOLD CONSTRAINT IMPLEMENTATION FOR ENHANCED TOPOLOGY OPTIMIZATION

Res. Assist., Ahmet DAYANÇ

Kutahya Dumlupinar University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering

ahmet.dayanc@dpu.edu.tr - ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5214-9021

Assist. Prof. Dr., Feridun KARAKOÇ

Kutahya Dumlupinar University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering

feridun.karakoc@dpu.edu.tr - ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6210-4070

ABSTRACT

Topology optimization is a method that allows engineering designs to be shaped most efficiently according to specific performance criteria. In this process, the material distribution is optimized to achieve desired properties such as strength, stiffness, or lightness. However, the manufacturability of optimized designs is also a critical factor, necessitating the application of various constraints. An innovative constraint that can be integrated into the algorithm is the demold constraint. This constraint is particularly important in the design of parts produced by casting or plastic injection. It ensures that the optimized design does not contain undercuts or reverse angles according to a specified mold removal direction. Thus, the part can be removed from the mold smoothly, minimizing potential issues in the production process. Implicit modeling technology enables more efficient modeling of complex geometries and structural designs. Utilizing this technology, nTop software provides powerful tools in design and manufacturing processes. In nTop, the demold constraint can be applied in three different ways: “Single Draw”, “Split Draw Variable Surface”, and “Split Draw Known Surface”. Applying these constraints enhances the manufacturability of the optimized design and minimizes potential problems that may arise during the demolding process. In conclusion, the use of the demold constraint during topology optimization offers more efficient and practical solutions by balancing design performance and manufacturability.

Keywords : Demold Constraint, Manufacturability, nTop, Topology Optimization

INTRODUCTION

In today’s competitive industrial design and manufacturing processes, criteria such as lightness, strength, efficiency, and cost collectively play a critical role. From a competitive standpoint, as the performance of structural components and mechanical systems improves in sectors such as aerospace, automotive, biomedical, and defense, solutions that minimize material consumption and production costs have come to the forefront. In this context, topology optimization has become an important tool for achieving competitive engineering designs. Topology

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

optimization is an advanced algorithmic method that, given predefined loading conditions, material properties, and various design objectives (such as increasing stiffness or reducing weight), determines how to distribute material most efficiently within a design domain to meet these criteria (nTopology, 2023). In this study, while examining the fundamentals and various criteria of topology optimization, "demoldability" was investigated as a factor that can influence the design of a part and thus its suitability for mass production (nTop, 2023). Two different designs—one including and one excluding the "Demold Constraint"—were compared, and the results were discussed. The "Demold Constraint" ensures that the necessary geometric restrictions, which must be defined to make a topology-optimized part suitable for manufacturing methods such as casting or injection molding, are taken into account during the algorithmic design phase. By applying this constraint, it is possible to prevent negative draft angles and undercuts, determine the mold release direction, and, if desired, implement complex multi-part mold strategies. These measures help ensure that parts designed through topology optimization can be produced more smoothly and cost-effectively.

Additionally, this study employed implicit modeling technology, which offers a different approach than traditional CAD modeling methods. This technology enables the rapid and flexible design of complex, organically shaped geometries and provides various analysis modules for pre-production evaluation. Within this framework, nTop software integrates topology optimization, implicit modeling, and various analysis modules into a single, unified design environment, providing industry professionals with innovative solutions. The "Topology Optimization" block in nTop software uses the "Solid Isotropic Material with Penalization (SIMP)" material model and also supports orthotropic material models (nTopSupport, 2023). The SIMP model represents material using pseudo-density values ranging from 0 (void) to 1 (fully dense), and the final geometry is obtained by removing unnecessary mesh elements from the design volume (Dassault Systemes, 2019).

MATERIAL AND METHODS

The criteria employed during the "Topology Optimization" process in nTop software are highly diverse. For example, topology optimization can enhance structural stiffness under specified boundary conditions or minimize total mass for weight reduction purposes. Multiple criteria can be selected and weighted against each other when defining the design objectives that the algorithm will evaluate. The algorithm can generate a geometry that satisfies all of the multiple criteria simultaneously, taking into account factors such as mass, maximum displacement, and maximum von Mises stress.

A topology-optimized design's practical applicability depends on its manufacturability, and one crucial factor influencing mass producibility is "demoldability." While designs created using topology optimization may not always be suitable for demolding, integrating this constraint into the design process can yield demoldable designs.

In this study, a "Single Draw Demold Constraint" was used to ensure that the part could be removed from the mold in a fixed direction. This constraint simplifies both the part and the mold design, preventing the formation of negative draft angles and undercuts. Reducing or

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

eliminating negative draft angles decreases complexity in mold manufacturing, thereby enhancing quality and efficiency in mass production. Consequently, mass producibility, production speed, and cost-effectiveness are improved.

The implicit modeling technology underlying the nTop software employed in this study describes geometry using mathematical functions, enabling the rapid, flexible, and parametrically controlled modeling of complex lattice structures. The “Topology optimization” function block is integrated into this implicit modeling environment and, after completing several steps, can generate a geometry that meets the desired objectives (nTopSupport, 2024). In the initial phase, a reference CAD geometry was imported, the mesh structure was created, and boundary conditions were defined. Figure 1 shows the finite element (FE) volume mesh and the boundary conditions established.

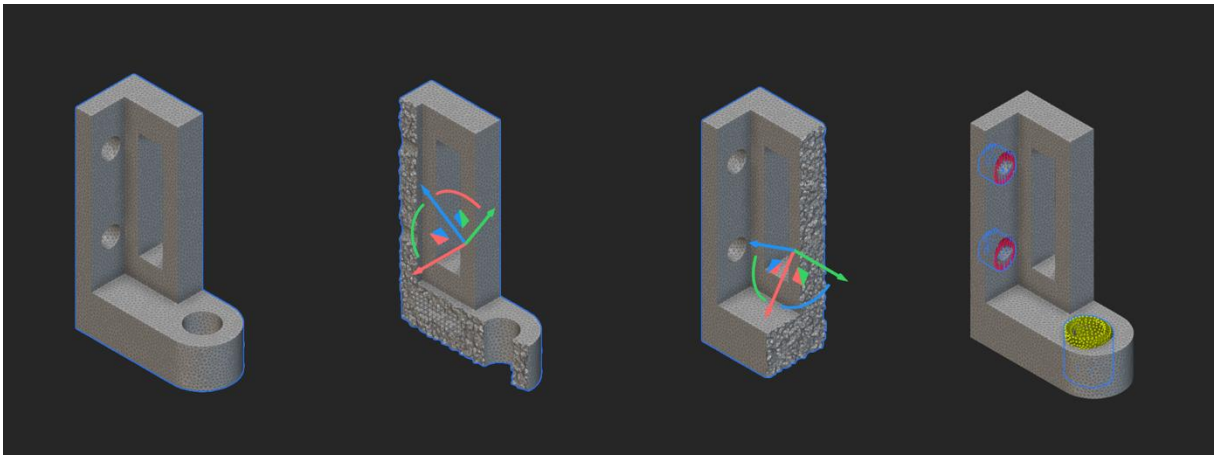


Figure 1. FE Mesh and Boundary Conditions

In the subsequent phase, “Optimization Objectives” and “Constraints” for the topology optimization were defined. The volume was minimized but only down to a minimum of 40%. Similarly, the von Mises stress was minimized, and a maximum stress value of 300 MPa was specified. An aluminum material was used, and a relatively low force of -50 N was applied in the “-x” and “-z” axes. However, the primary objective here was not stiffness per se; rather, it was to observe the differences in the resulting geometries when considering and not considering the “Demold Constraint” once the part volume was reduced to about 40% under a certain load. Figure 2 shows the setup of a “topology optimization” block.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

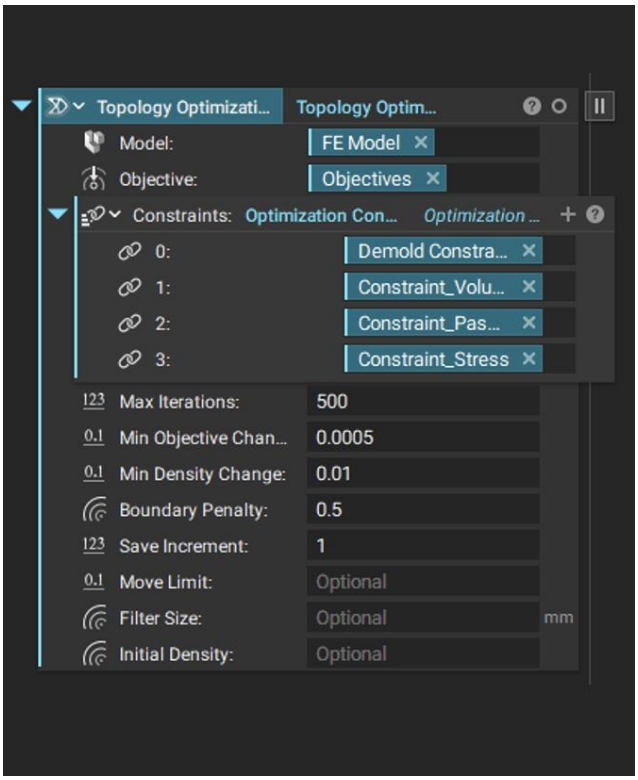


Figure 2. Topology Optimization Block

RESULTS AND DISCUSSION

Designs created through topology optimization were subjected to static analysis using the finite element method to determine whether they met predefined conditions and whether an optimal material distribution had been achieved. The obtained results support the usability of the "topology optimization" function block. Figure 3 presents the geometries resulting from topology optimization (Left – with Demold Constraint, Right – without Demold Constraint) and their static analysis results.

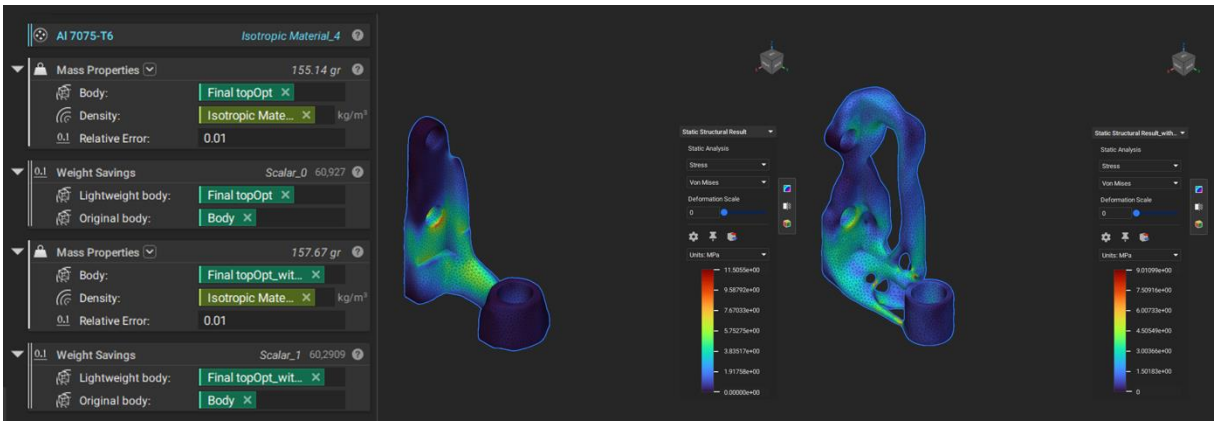


Figure 3. Analysis Results

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

In Figure 3, the geometry on the left was created with the “Demold Constraint,” whereas the geometry on the right was designed without it. The resulting geometries are rough due to the removal of mesh elements. After a surface finishing process to eliminate this roughness, only about 1% of the mass was lost. Therefore, as indicated by the analysis results, the volume was minimized without falling below the specified 40% threshold. Accordingly, two final geometries were obtained, weighing 155.14 g and 157.67 g, corresponding to weight reductions of 60.92% and 60.29%, respectively. Due to the low applied force, the resulting stresses were also low, at 11.5 MPa and 9 MPa, respectively. In conclusion, the incorporation of the relevant constraint simplified the topology-optimized geometry, preventing unnecessary complexity.

By using a “Topology Optimization” function block that includes the “Demold Constraint,” it is possible to develop optimization strategies suitable for casting and injection molding, prevent negative draft angles, and tailor designs to minimize material usage while still meeting other functional requirements. The growing prevalence of software solutions like nTop in the automotive, aerospace, defense, and medical industries facilitates the industrial-scale implementation of innovative designs. This approach plays a critical role in enhancing industrial competitiveness, reducing unnecessary geometric complexity, lowering costs, and accelerating the alignment of future design processes with contemporary manufacturing technologies.

REFERENCES

Dassault Systemes. (2019). SIMP Method for Topology Optimization. Retrieved December 24, 2023, from https://help.solidworks.com/2021/english/SolidWorks/cworks/c_simp_method_topology.htm

nTop. (2023). nTop 4.16 - What’s New? Retrieved December 17, 2024, from https://support.ntop.com/hc/en-us/articles/23989204922643-nTop-4-16-What-s-New

nTopology. (2023). Next-gen topology optimization software - Capabilities. Retrieved December 24, 2023, from https://www.ntop.com/software/capabilities/topology-optimization/

nTopSupport. (2023). What type of material model does the Topology Optimization block use? Retrieved May 9, 2023, from https://support.ntop.com/hc/en-us/articles/5039055770131-What-type-of-material-model-does-the-Topology-Optimization-block-use-

nTopSupport. (2024). How to run a topology optimization. Retrieved August 20, 2023, from https://support.ntop.com/hc/en-us/articles/360044051214-How-to-run-a-topology-optimization

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

MONOBLOCK COLD PLATE DESIGN WITH TPMS-EMBEDDED LIQUID COOLING CHANNEL: A DESIGN WORKFLOW VIA IMPLICIT MODELING

Res. Assist., Ahmet DAYANÇ

Kutahya Dumlupinar University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering

ahmet.dayanc@dpu.edu.tr - ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5214-9021

Assist. Prof. Dr., Feridun KARAKOÇ

Kutahya Dumlupinar University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering

feridun.karakoc@dpu.edu.tr - ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6210-4070

ABSTRACT

Cold plates are critical components used to effectively dissipate heat in power electronics applications. They play a significant role in the thermal management of high heat-generating semiconductor devices such as IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) modules. Liquid-cooled cold plates are essential for ensuring the safe and efficient operation of these components by preventing overheating and enhancing system reliability. Implicit modeling technology and software like nTop offer innovative approaches in cold plate design. The self-supported nature of TPMS (Triply Periodic Minimal Surfaces) surfaces, which direct fluid flow within liquid cooling channels and enhance heat transfer, enables the design of monoblock cold plates using implicit modeling software. These designs can be manufactured through additive manufacturing using 3D metal printers, allowing for the creation of more complex and efficient cooling geometries. In this study, the workflow for the implicit design of a cold plate is explained. Advanced engineering design software can improve thermal management solutions in automotive power electronics applications. This improvement can enhance the performance and lifespan of power electronic components, provide energy efficiency, and reduce overall system costs.

Keywords : Implicit Modeling, Liquid-Cooled Cold Plate, TPMS Surfaces

INTRODUCTION

An insulated-gate bipolar transistor (IGBT) is a three-terminal power semiconductor device primarily functioning as an electronic switch. It is widely employed in switching power supplies for high-power applications, including motor control systems with variable frequency drives in electric vehicles, trains, air conditioners, and variable-speed refrigerators. Other applications include induction stoves, photovoltaic and hybrid inverters, uninterruptible power supplies

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

(UPS), arc welding machines, and lamp ballasts (Wikipedia, 2024). For instance, IGBTs used in photovoltaic inverters play a critical role in converting direct current (DC) into alternating current (AC). However, they are sensitive to excessive temperature, current, and short-circuit conditions. To ensure their safety, methods such as drive protection, overcurrent and overtemperature protection, and power supply protection are implemented. IGBT protection enhances the reliability of inverters (Inverter.com, 2023).

In this context, thermal management is of critical importance for the reliability, performance, and service life of components in high-power electronic systems. Particularly in fields such as aerospace, aviation, automotive, and energy, IGBTs operate under high current and voltage conditions, generating substantial thermal loads. These thermal loads can push the operating temperatures of components beyond their design limits, leading to decreased efficiency and eventual failures over a short period. Therefore, effective implementation of thermal management strategies plays a pivotal role in increasing energy efficiency, ensuring long-term reliability, and achieving low-cost targets. Figure 1 below shows an IGBT (IGBTMOS, 2023).

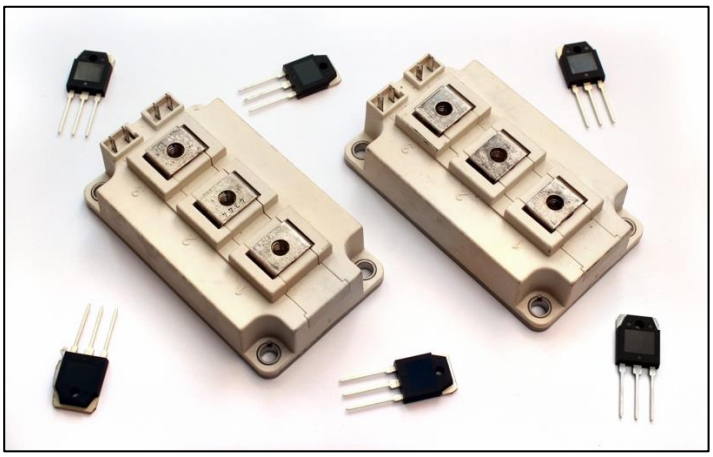


Figure 1. IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)

Various cooling solutions have been developed for thermal management. Liquid cold plates efficiently transfer heat from high-power components to a liquid coolant and outperform air cooling in applications with high heat loads, such as IGBTs, data centers, and electric vehicles (Boyd, 2024). Figure 2 below shows a cold plate with liquid cooling channels (Wakefield Thermal, 2021) as well as an example of an application for thermal management of IGBT components (Boyd, 2024).

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

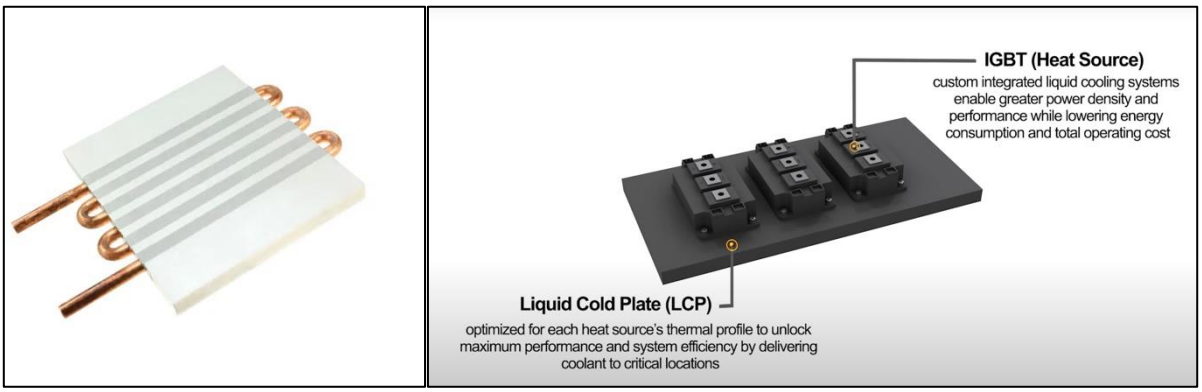


Figure 2. Liquid Cold Plate

In recent years, rapidly advancing design and manufacturing technologies have enabled the creation and production of innovative designs for cooling plates. Notably, additive manufacturing technologies now allow the practical production of highly efficient liquid cold plate designs featuring extremely complex, optimized structures with Triply Periodic Minimal Surfaces (TPMS)—structures that could not be realized using conventional manufacturing methods. Employing implicit modeling software for the design of these complex TPMS structures is essential for a practical and rapid design process (nTop Support, 2024). Various mathematical equations are available for generating TPMS structures (nTopSupport, 2023). Thus, using triply periodic minimal surfaces (TPMS), it is possible to design TPMS-embedded liquid channel cold plates with high surface area, low weight, robust structural integrity, and excellent thermal efficiency. In this study, an implicit modeling software, nTop (nTop, 2022), was employed. A design process for a TPMS-embedded liquid channel cold plate is described, and assessments regarding the manufacturability of the resulting design have been provided.

MATERIAL AND METHODS

Cold plates are fundamental structural elements designed to absorb heat directly from component surfaces and then remove it via a flow of liquid or air. Constructed from metals with high thermal conductivity, such as aluminum and copper, these cold plates help minimize temperature effects. Consequently, the operating temperatures of electronic components can be controlled across a wide range of applications, from industrial motor drives to electric vehicle powertrains. However, the ability to automatically scale a cold plate according to the size and arrangement of the components is critical for design automation. In this regard, a design automation approach was implemented for cold plates, taking into account the “Bounding Box” of the components. For example, the required coordinates for the center point of the cold plate are obtained from the “Bounding Box” coordinates. As an exception, the coordinate along the z-axis is defined at half the height of the cold plate, ensuring contact between the lower surface of the components and the upper surface of the cold plate. To ensure that the cold plate’s dimensions exceed those of the “Bounding Box,” a predefined offset value is added to the outer dimensions. Figure 3 below shows the function block that defines the external dimensions of the cold plate and images of the components.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

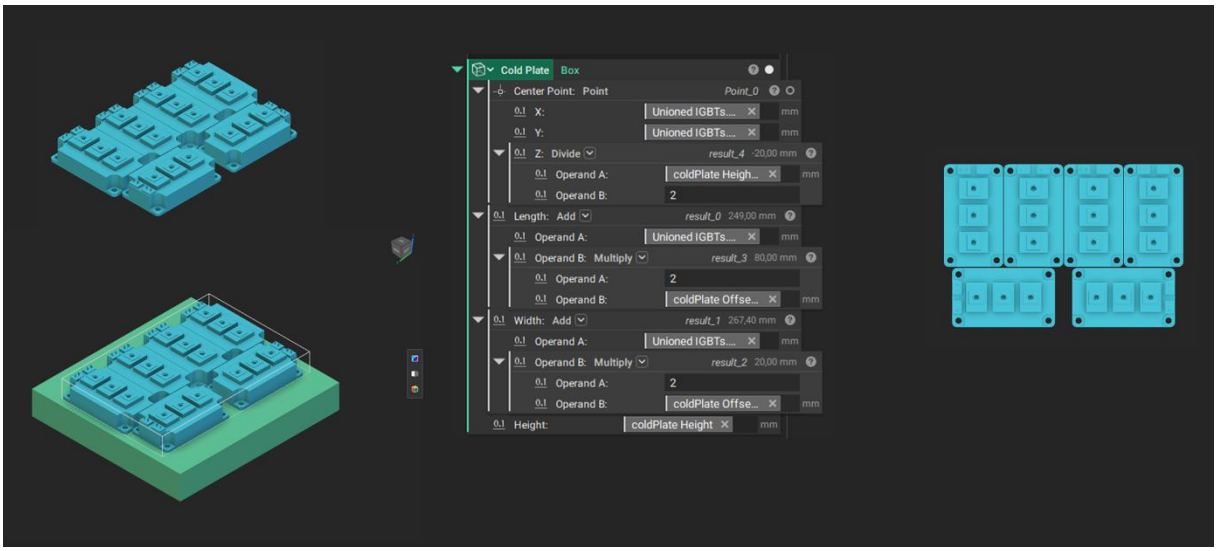


Figure 3. Cold Plate Design Automation Function Block and Components

Subsequently, by preserving the principle of design automation, lines and points are used as references to automatically create the necessary connection points for liquid cooling and the geometry of the liquid cooling channel. Figure 4 below shows the geometry generated using these reference lines and points.

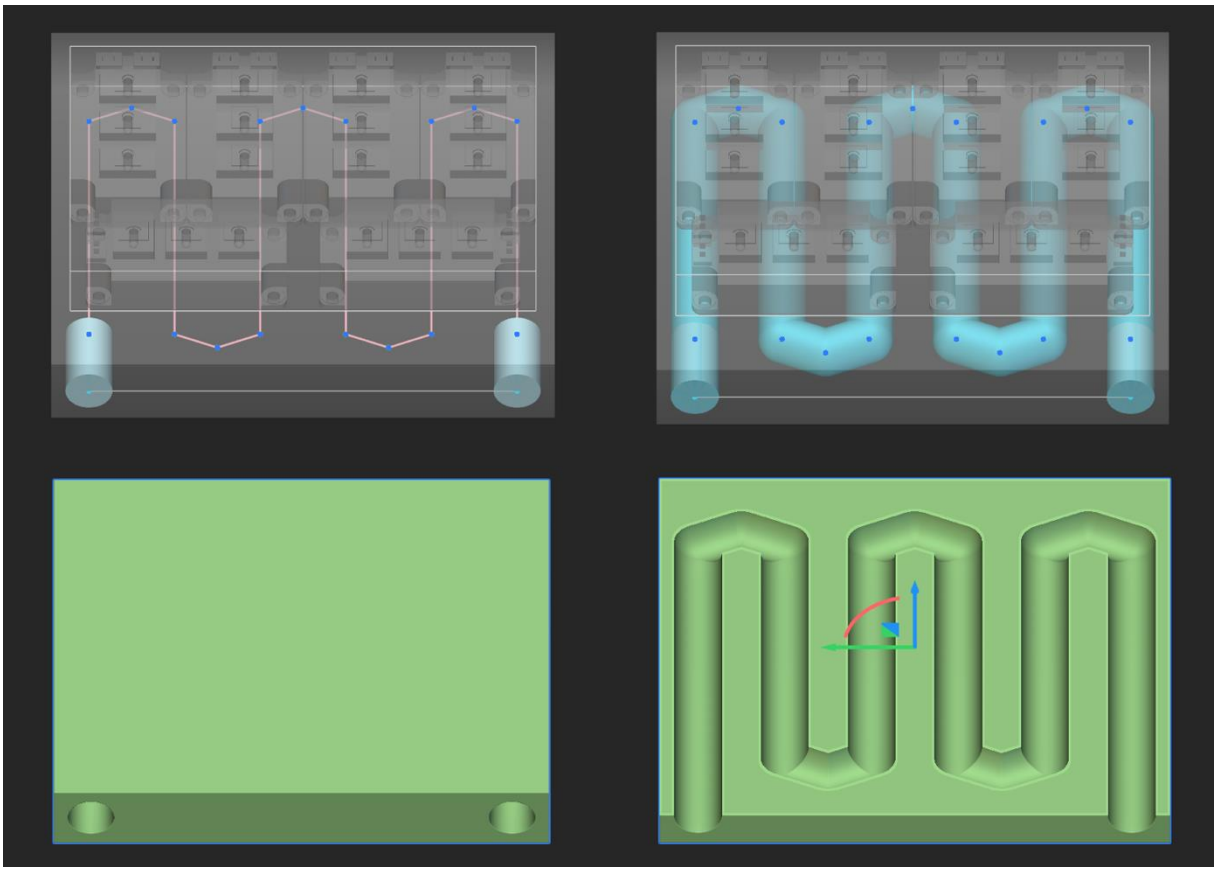


Figure 4. Reference Lines, Reference Points and Cooling Channel

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Finally, TPMS structures were integrated into the internal channels, thus completing the design process. Figure 5 below shows these TPMS structures.

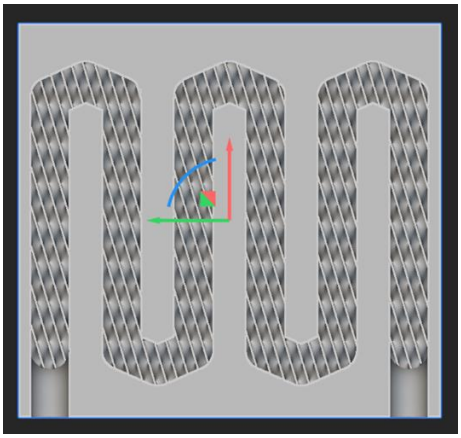


Figure 5. TPMS-Embedded Liquid Channels

RESULTS AND DISCUSSION

This study demonstrates the feasibility of advanced thermal management solutions and the added value they can provide in engineering applications. By incorporating TPMS-based complex internal geometries, optimizing the use of liquid cooling technologies, and leveraging additive manufacturing to bring these designs to life, it is possible to achieve long-term reliability, energy efficiency, and cost optimization in power electronics applications.

Compared to conventional cooling channels, a cold plate designed with TPMS structures is expected to achieve a higher heat transfer capacity and offer a more extensive heat transfer surface area in a more compact form. The design flexibility offered by implicit modeling software (e.g., nTop) enables researchers and engineers to obtain and optimize unique designs. Meanwhile, the monoblock structures that can be produced through additive manufacturing technologies can provide leak-tightness, mechanical integrity, and long-term reliability. In conclusion, this comprehensive approach offers competitive solutions for innovative designs and production, potentially laying the foundation for a new generation of heat management strategies.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

REFERENCES

Boyd. (2024). Liquid Cold Plates. Retrieved December 18, 2024, from https://www.boydcorp.com/thermal/liquid-cooling-systems/liquid-cold-plates.html

IGBTMOS. (2023). What is an IGBT (Insulated-Gate Bipolar Transistor)? Retrieved December 18, 2024, from https://www.igbtmos.com/blog/what-is-an-igbt-insulated-gate-bipolar-transistor

Wikipedia. (2024). Insulated-gate bipolar transistor. Retrieved December 18, 2024, from https://en.wikipedia.org/wiki/Insulated-gate_bipolar_transistor

Inverter.com. (2023). What are the Core Uses of IGBT in Photovoltaic Inverter? Retrieved December 18, 2024, from https://www.inverter.com/what-are-the-core-uses-of-igbt-in-photovoltaic-inverter

nTop. (2022). Next-Gen Engineering Design Software. Retrieved December 8, 2024, from https://www.ntop.com/

nTop Support. (2024). How to create a TPMS from an equation. Retrieved December 11, 2024, from https://support.ntop.com/hc/en-us/articles/4403371438611-How-to-create-a-TPMS-from-an-equation

nTopSupport. (2023). What equations are used to create the TPMS types? Retrieved October 30, 2023, from https://support.ntop.com/hc/en-us/articles/360053267814-What-equations-are-used-to-create-the-TPMS-types-

Wakefield Thermal. (2021). Cold Heat Sink Buried 6-Pass 152mm - 120962. Retrieved December 18, 2024, from https://wakefieldthermal.com/wakefield-thermal-cold-plate-heatsink-buried-120962/

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE İNOVASYON YÖNETİMİ: IMPROVE VE SME-MPOWER ARAÇLARINA DAİR UYGULAMA

Semra ÇEVİK
Teknorot Otomotiv Ürünleri San. Ve Tic. A.Ş., Ar-Ge Merkezi,
semra.cevik@teknorot.com - https://orcid.org/0009-0003-5842-2468
Sevilay SAĞTAN
Teknorot Otomotiv Ürünleri San. Ve Tic. A.Ş., Ar-Ge Merkezi,
sevilay.sagtan@teknorot.com - https://orcid.org/0009-0001-2598-5550
Murat ARSLANOĞLU
Teknorot Otomotiv Ürünleri San. Ve Tic. A.Ş., Ar-Ge Merkezi,
murat.arslanoglu@teknorot.com - https://orcid.org/0000-0003-2995-9699

ÖZET

Bu çalışma, otomotiv sektöründe inovasyon yönetimi performansını değerlendirmek amacıyla IMProve ve smE-MPOWER araçlarını karşılaştırmıştır. IMProve, öz değerlendirme temelli bir araç olarak işletmelerin inovasyon stratejilerini, organizasyonel yapılarını ve yaşam döngüsü süreçlerini analiz etmesine olanak tanırken; smE-MPOWER, uzman görüşleriyle daha kapsamlı bir değerlendirme yaparak işletmelere özgü İnovasyon Yol Haritaları ve Eylem Planları geliştirmektedir. Çalışma, bir otomotiv işletmesinde uygulanmıştır. IMProve aracıyla yöneticilerin inovasyon süreçlerine dair görüşleri beş temel boyutta sınıflandırılmış; bu yaklaşımla işletmenin inovasyon performansı detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. smE-MPOWER uygulamasında ise işletmenin mevcut kapasitesi değerlendirilmiş ve sekiz kategoride öneriler sunulmuştur. Sonuçlar, IMProve'un uluslararası karşılaştırmalara olanak tanıyan güçlü bir araç olduğunu, ancak öz değerlendirme yöntemine dayalı yapısının subjektif sonuçlar doğurabileceğini göstermektedir. smE-MPOWER ise işletme ziyaretleri ve uzman analizleriyle daha objektif sonuçlar üretirken, uzman müdahalesine olan bağımlılığı bir sınırlılık olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İnovasyon Yönetimi, Değerlendirme Araçları, Otomotiv Endüstrisi, smE-MPOWER, IMProve.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. GİRİŞ

Kurumsal inovasyon yönetimi, işletmelerin rekabet üstünlüğü kazanması ve uzun vadeli büyümeyi sürdürebilmesi için temel bir strateji olarak görülmektedir. Bu bağlamda, inovasyon yönetimi ve organizasyonel kültür arasındaki ilişki birçok sektöründe önemli bir rol oynamaktadır. Yenilikçi ürün ve hizmetleri destekleyen olumlu kurum kültürleri, kurumsal zayıflıkları ortadan kaldırmakta ve kurumların değişen piyasa koşullarına olumlu cevap vermesini kolaylaştırmaktadır. İnovasyon süreçlerini etkili bir şekilde yöneten şirketler, bu faaliyetlerden en yüksek düzeyde fayda sağladıkları için, inovasyonu kurumsal stratejilerinin temel bir unsuru haline getirmelidir (Bayhan & Korkmaz, 2021).

Kurumsal inovasyonun sürdürülebilirlik ile olan ilişkisi de yönetsel açıdan önemli bir değerlendirme boyutudur. Sürdürülebilir inovasyonu benimseyen işletmeler, sürekli bilgi üreten ve bu bilgiyi kalıcı hale dönüştürebilen yapılardır; böylece ürün, süreç veya hizmetlerde dünya, kâr ve insan arasında denge kurmayı hedefleyen ve yenilik süreçlerinde sürdürülebilirliği ön planda tutan bir yaklaşımdır (Dural, Şener, & Taşkın, 2023). Bu stratejik yaklaşımı benimseyen firmaların, pazara sürekli yeni ürünler sunduğu, düzenli olarak yeni müşteri segmentlerine ulaştığı, sık sık yeni fırsat ve pazarları değerlendirdiği ve mevcut ürünlerinde büyük ölçekli değişiklikler yapabildiği gözlemlenmektedir (BAYRAKTAR & AYYILDIZ, 2021).

Kurumsal yönetişim ile inovasyon arasındaki ilişki de incelenmesi gereken diğer bir önemli konudur. Kurumsal yönetişim, işletmelerin stratejik karar alma süreçlerinde şeffaflık, adillik ve hesap verebilirlik ilkelerine dayalı bir yapı kurarak, paydaşların güvenini tesis eder ve bu sayede inovasyon süreçlerinin etkinliğini artırmaktadır. Güçlü yönetişim mekanizmaları ve açık iletişim, yenilikçi fikirlerin daha verimli bir şekilde uygulanmasına katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla, inovasyon firma değerini artırırken, kurumsal yönetişim bu sürecin sürdürülebilir ve sağlıklı bir şekilde yürütülmesini desteklemektedir. İki unsurun uyum içinde yönetilmesi, işletmenin uzun vadeli başarısının temel taşlarından biridir (Kijkasiwat, Hussain, Nisar, & Liew, 2024).

Otomotiv endüstrisinde inovasyon stratejilerinin değişimi incelendiğinde, tedarik zinciri iş birliği dinamikleri ve açık inovasyon modellerinin uygulanması gibi konular öne çıkmaktadır. Fakat açık inovasyon modeli, otomotiv endüstrisinde giderek daha fazla benimsenmektedir. Açık inovasyon modeli, otomotiv endüstrisinde hızla gelişen teknolojilere adaptasyon, maliyet ve risk yönetimi, pazar ihtiyaçlarına hızlı yanıt verme ve sürdürülebilir çözümler geliştirme gibi kritik gerekçelerle benimsenmektedir. Firmaların daha hızlı ürün geliştirmesine, yenilikçiliği artırmasına, küresel iş birlikleri kurarak rekabet avantajı sağlamasına ve sürdürülebilir büyümeyi desteklemesine katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla, açık inovasyon otomotiv sektörüne esneklik, hız ve yenilikçilik kazandırarak sektördeki rekabet gücünü ve çevresel sürdürülebilirliği artırmaktadır (Ili, Albers, & Miller, 2010).

İnovasyon yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması, günümüzdeki tüm işletmeler için hayati bir öneme sahiptir. Kurumsal inovasyon yönetimi değerlendirme araçları, işletmelerin inovasyon süreçlerini sistematik bir şekilde analiz etmelerine ve geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Kurumsal inovasyonun etkin bir şekilde yönetilmesi hem stratejik hem de

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

operasyonel düzeyde yenilikçi yaklaşımlar geliştirilmesini gerektirmektedir. Stratejik inovasyon sürecinin aşamaları ve yönelimleri, kurumsal yöneticilerin karar alma süreçlerinde dikkate alması gereken önemli unsurlardır (HANCIOĞLU & YEŞİLAYDIN, 2016). İnovasyon yönetimi değerlendirme araçları ve performans ölçütleri önemlidir. İnovasyon yönetimi değerlendirme araçları, organizasyonların inovasyon kapasitelerini ve süreçlerini analiz etmek için kullanılırken, performans ölçütleri ise bu süreçlerin etkinliğini değerlendirmek için gerekmektedir.

İnovasyon yönetimi değerlendirme araçları arasında, ürün, süreç, müşteri ve tedarik biçimi gibi farklı inovasyon alanlarının analizi yer almaktadır ve organizasyonlar için farklı önceliklere sahiptir. Örneğin, inovasyonun finansal sonuçları, müşteri memnuniyeti ve pazar payı gibi ölçütler, inovasyon yönetiminin başarısını belirlemede kritik öneme sahiptir (ERCAN, 2016).

İnovasyon yönetimi değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılan değerlendirme araçları aşağıdaki tabloda açıklanmıştır.

Çizelge 8. İnovasyon yönetimi değerlendirme araçları *(Türk, 2023)*

Değerlendirme Aracı	Açıklama
smE-MPOWER (AB)	İş inovasyonunu değerlendiren smE-MPOWER, firmaların inovasyon yönetimi ve ticarileştirme odaklı ihtiyaçlarını analiz etmek amacıyla tasarlanmış tek araçtır; bu sayede hem proje bazında hem de firma genelinde kapsamlı bir değerlendirme imkanı sunar.
AToMIC (Türkiye)	Sabancı Üniversitesi tarafından geliştirilen AToMIC Değerlendirme Aracı, liderlik, kolaylaştırıcılar, inovasyon süreci ve çıktılar olmak üzere dört bölümden oluşur. Araç, öz değerlendirmede Likert ölçeği, mülakat sürecinde ise olgunluk seviyesi yaklaşımını kullanır. 65 soruluk yapısıyla farklı ölçeklerdeki firmalara uygulanabilir ve yapılandırılmış mülakat formu, uzmanların değerlendirme yapmasını kolaylaştırır.
Öz Değerlendirme	İnovasyon yönetimi değerlendirme araçları, firmaların kendi yanıtladığı anket ve formlardan oluşur. Öz değerlendirme niteliğinde olan bu anketler, firma yetkililerinin kişisel görüşlerine dayandığı için objektif bir analiz sağlamada sınırlı kalabilmektedir.
IMProve (AB)	AB 7. Çerçeve Programı kapsamında geliştirilen IMProve Değerlendirme Aracı,

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

	firmaların sektör, çalışan sayısı ve bölge kriterlerine göre karşılaştırılmasına olanak tanıyan bir öz değerlendirme aracıdır. Beş ana bölümden oluşur: inovasyon stratejisi, organizasyon, yaşam döngüsü, olanak sağlayıcılar ve sonuçlar. Orta ve büyük ölçekli firmalara uygun olan araç, 100'den fazla sorudan oluşan kapsamlı bir rapor sunar.
Innovation Health Check (İrlanda)	Enterprise Ireland'ın değerlendirme aracı, inovasyon kültürü, iş bilgisi, strateji, yapı, yetenek ve kaynaklar ile süreçler olmak üzere 6 alt bölümden oluşur ve 52 soru içerir. Diğer anketlerden farklı olarak, her soruya olgunluk seviyesine göre 3 farklı yanıt seçeneği sunulur, bu da değerlendirme hatalarını azaltmayı amaçlar.
GROWTHmapper (Birleşik Krallık)	Oxford Innovation'ın GROWTHmapper değerlendirme aracı, Birleşik Krallık'ta yaygın olarak kullanılır ve 6 farklı versiyona sahiptir. İnovasyon yönetimi için olan versiyon; çalışanlar ve planlama, liderlik, inovasyon süreci, organizasyonel kapsam, performans ve gelişim olmak üzere 5 bölümden oluşur.
ÜSİMP İnovasyon Karnesi (Türkiye)	ÜSİMP İnovasyon Karnesi, Türkiye genelinde firmalar tarafından yaygın olarak kullanılan bir değerlendirme aracıdır ve EBİLTEM-TTO tarafından geliştirilmiştir. Web tabanlı sistem üzerinden öz değerlendirme anketi olarak uygulanır ve 1-7 arası Likert ölçeği kullanılarak ölçüm yapılır.

Çalışmaya konu olan Improve ve SME Power Metodu gibi araçları, inovasyon süreçlerinin etkinliğini artırmak için kullanılmaktadır. IMProve, inovasyon süreçlerinin sistemli olarak incelenmesi ve geliştirilmesi için tasarlanmış bir değerlendirme aracıdır. Organizasyonların inovasyon yönetim döngüsünü optimize etmelerine yardımcı olurken, aynı zamanda çevik yönetim yaklaşımlarını da desteklemektedir. SME Power Metodu ise KOBİ inovasyon kapasitelerini artırmak için geliştirilmiş bir yaklaşımdır. KOBİ'lerin sınırlı kaynaklarını daha verimli kullanmalarını sağlarken, aynı zamanda yenilikçi fikirlerin hayata geçirilmesine olanak tanımaktadır. İnovasyon yönetiminin tasarımında çevik süreçlerin entegrasyonunun yani Improve Metot yaklaşımının önemi vurgulanırken araştırmalarda SME Power için çalışmalar

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

henüz istenen olgunluk seviyesinde değildir. Çalışmaya konu alan Improve ve SME Power değerlendirme araçlarının karşılaştırma tablosu aşağıdaki gibidir:

Çizelge 9. Improve ve SME Power değerlendirme araçlarının karşılaştırılması *(TÜRK, 2017)*

	Doldurulma Şekli	Puan Aralığı	Karşılaştırma	Ölçeklendirme	Online Veritabanı	Firma Ziyareti	Anket Yanıtlama Süresi (saat)	Bölüm Sayısı	Soru Sayısı	Rapor	Öneri
Improve	Öz Değerlendirme	1-7	Var	Likert	Var	Var	4-5	5	>100	Var	Yok
SME Power	Uzman	0-10	Yok	Likert	Yok	Var	2-3	4	26	Var	Eylem Planı

2. UYGULAMA

2.1. ÖZDEĞERLENDİRME – IMPROVE UYGULAMASI

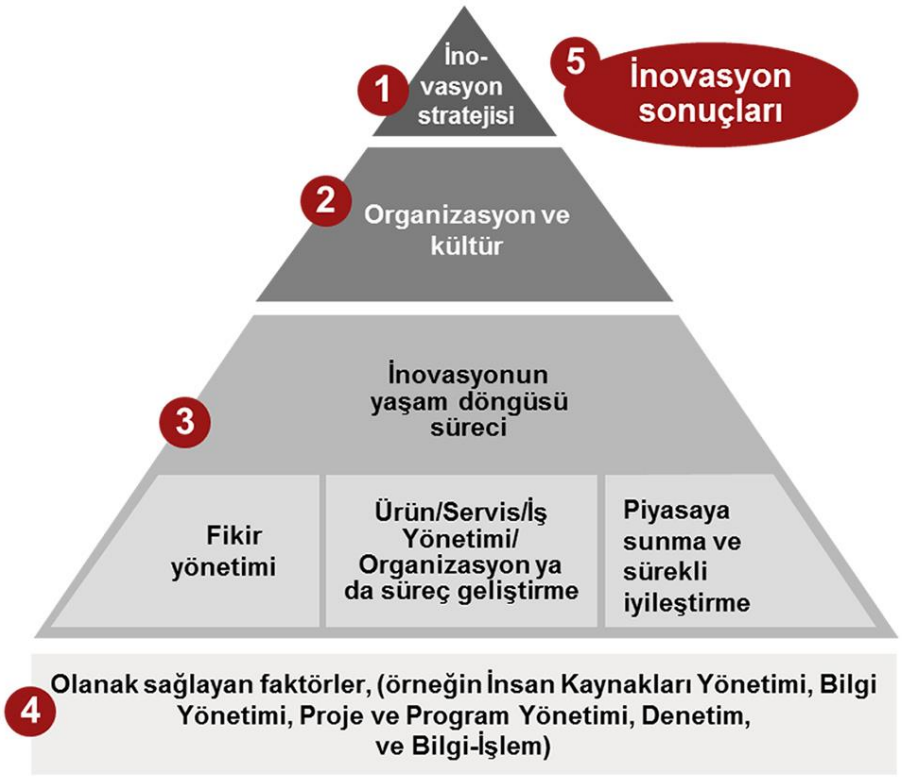
Çalışmada işletme yöneticilerinden, işletmenin rekabet gücünü koruyacak inovasyon performansı oluşturmak ve sürdürmek için gerekli faaliyetlerin neler olduğuyla ilgili fikirleri, kendi ifadeleri ile alınmış ve bu ifadeler IMProve (AB) inovasyon ölçüm aracının inovasyon yönetimi yetkinlikleri eksenleri baz alınarak sınıflandırılmıştır.

IMProve inovasyon ölçüm aracı, Avrupa İnovasyon Yönetimi Akademisinin (European Innovation Management Academy) inovasyonun daha iyi yönetilmesiyle rekabet avantajı elde etmede müşterilerin desteklenmesi için geliştirdiği etkili bir araçtır (Imp3rove, 2024).

İşletmelerin kendi inovasyon performanslarını uluslararası seviyede karşılaştırma imkanı sağlayan IMProve, işletmenin inovasyon yetkinliklerini beş farklı eksende değerlendirmektedir;

1- İnovasyon stratejisi
2- İnovasyon organizasyonu ve kültürü
3- İnovasyon yaşam döngüsü süreçleri
4- Etkinleştirici faktörler
5- İnovasyon sonuçları

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

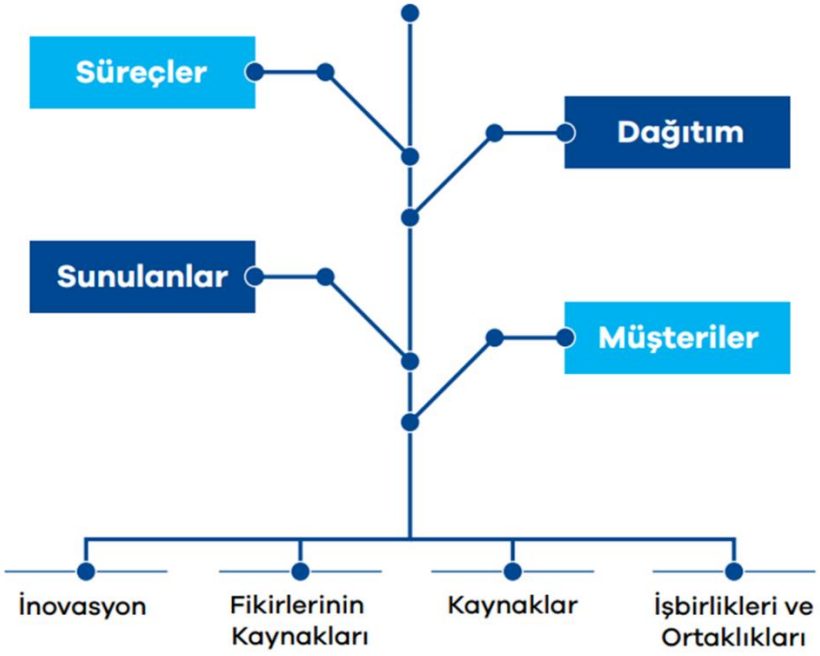


Görsel 3. IMP3rove İnovasyon Yönetimi Yetkinlikleri Eksenleri *(İnovalig, 2024)*

2.2. UZMAN DEĞERLENDİRMESİ- SME-MPOWER UYGULAMASI

Çalışmada, işletmenin başarılı inovasyonları tekrarlanabilir biçimde gerçekleştirebilme kapasitesini değerlendirmek ve bu amacı gerçekleştirmesini sağlayacak bir yol haritası sunmak için, Avrupa İşletmeler Ağı (Enterprise Europe Network – EEN) ve Türkiye'deki arayüz yapılarından olan Sabancı Üniversitesi Araştırma Geliştirme ve Teknoloji Transfer (SUATT) Ofisi ile smE-MPOWER inovasyon yönetimi değerlendirme aracı çerçevesinde bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın ilk aşamasında smE-MPOWER inovasyon yönetimi değerlendirme aracı uzmanları tarafından işletme ziyareti gerçekleştirilerek çeşitli soru setleri ile yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiş ve gözlemlerde bulunulmuştur. Uygulamanın ikinci aşamasında bu gözlem ve mülakat sonuçları değerlendirilerek işletmenin inovasyon yönetimi performansında mevcut durumu raporlanmıştır. Uygulamanın üçüncü aşamasında mevcut durum raporu ve işletmenin stratejik yönü dikkate alınarak İnovasyon Yol Haritası ve Eylem Planı oluşturulmuş ve işletme yönetimine detaylı olarak sunulmuştur.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Görsel 4. smE-MPOWER boyutları *(Türk, 2023)*

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma, işletmelerin inovasyon yönetimi performansını değerlendirme ve geliştirme yöntemlerinden öz değerlendirme aracı olan IMProve inovasyon ölçüm aracı ile uzman değerlendirmesi aracı olan smE-MPOWER inovasyon yönetimi değerlendirme araçlarının bir karşılaştırmasını sunmayı amaçlamaktadır.

Çalışma, binek ve hafif ticari araç segmentinde süspansiyon ve yönlendirme sistemleri üreticisi olarak yenileme pazarında faaliyet gösteren Teknorot Otomotiv Ürünleri San. Ve Tic. A.Ş.de gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın ilk bölümünde Teknorot yöneticilerinin işletmelerinin rekabet gücünü koruyacak inovasyon performansı oluşturmak ve sürdürmek için gerekli faaliyetlerin neler olduğuyla ilgili fikir ve ifadeleri, IMProve inovasyon ölçüm aracının temel boyutları olan

1- İnovasyon Stratejisi,
2- Organizasyon Kültürü,
3- Yaşam Döngüsü Süreçleri,
4- Etkinleştirici Faktörler
5- İnovasyon Sonuçları

olmak üzere 5 boyutta değerlendirilmiştir.

İşletme yöneticileri, işletmelerinin rekabet gücünü koruyacak inovasyon performansı oluşturmak ve sürdürmek için gerekli faaliyetlerin neler olduğuyla ilgili toplam 72 fikir ifade etmişlerdir. Bu ifadelerin 8'i İnovasyon Stratejisi, 30'u İnovasyon Organizasyonu ve Kültürü, 13'ü İnovasyon Yaşam Döngüsü Süreçleri, 19'u Etkinleştirici Faktörler ve 2'si İnovasyon Sonuçları boyutuyla ilişkilendirilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 3. Yöneticilerin İnovasyon Yönetimi Gerekliliklerine Dair İfadelerinin IMProve İnovasyon Yönetimi Yetkinlikleri Eksenlerine Göre Dağılımı

Yönetici İfadelerinin IMProve İnovasyon Yönetimi Yetkinlikleri Eksenlerine Göre Dağılımı		
İnovasyon Yönetimi Yetkinlikleri Eksenleri	**İfade Adedi**	**İfade Yüzdesi**
İnovasyon Stratejisi	8	11%
İnovasyon Organizasyonu ve Kültürü	30	42%
İnovasyon Yaşam Döngüsü Süreçleri	13	18%
Etkinleştirici Faktörler	19	26%
İnovasyon Sonuçları	2	3%

Çalışmanın ikinci bölümünde, Avrupa İşletmeler Ağı Proje Yöneticileri ve SUATT uzmanları tarafından smE-MPOWER inovasyon yönetimi değerlendirme aracı uygulanarak Teknorot işletmesinin başarılı inovasyonları tekrarlanabilir biçimde gerçekleştirebilme kapasitesi değerlendirilmiş ve işletmeye özel bir Teknorot İnovasyon Yol Haritası ve Eylem Planı oluşturulmuştur. Teknorot İnovasyon Yol Haritası ve Eylem Planı, smE-MPOWER'ın;

1- Strateji
2- İnovasyon Süreçleri
3- Organizasyon
4- Operasyonel Süreçler
5- İş Geliştirme
6- İş birliği
7- Finans Kaynaklarına Erişim
8- Fikri Mülkiyetten oluşan 8 kategorisinden 6'sında inovasyon yönetimi performansını geliştirebilecek toplam 12 faaliyet önermiştir.

Teknorot İnovasyon Yol Haritası ve Eylem Planında bulunan ve rekabet gücünü koruyacak inovasyon performansı oluşturmak ve sürdürmek için gerekli 12 faaliyetin 2'si Strateji, 5'i Organizasyon, 1'i İnovasyon Süreçleri, 2'si İş Geliştirme, 1'i İş birliği, 1'i Fikri Mülkiyet kategorilerinde yer almıştır. Değerlendirmeyi gerçekleştiren uzmanlar tarafından işletmenin, Operasyonel Süreçler ve Finans Kaynaklarına Erişim kategorilerindeki performansı yeterli bulunmuş ve herhangi bir faaliyet önerisinde bulunulmamıştır.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Çizelge 4. Teknorot İnovasyon Yol Haritası ve Eylem Planı Faaliyetleri smE-MPOWER Kategorilerine Göre Dağılımı

İnovasyon Yol Haritası ve Eylem Planı Faaliyetleri smE-MPOWER Kategorilerine Göre Dağılımı		
Kategoriler	**Faaliyet Adedi**	**Faaliyet Yüzdesi**
Strateji	2	17%
Organizasyon	5	42%
İnovasyon Süreçleri	1	8%
İş Geliştirme	2	17%
İş birliği	1	8%
Fikri Mülkiyet	1	8%

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışma, inovasyon yönetiminin sistematik bir şekilde değerlendirilmesi ve geliştirilmesi için özdeğerlendirme yöntemine dayanan IMProve ve uzman değerlendirmesi yöntemine smE-MPOWER yaklaşımlarını, otomotiv sektörü perspektifinden ele almıştır. Çalışmanın amacı, işletmelerin inovasyon performansını değerlendirme ve geliştirmede bu araçları nasıl daha etkili kullanabileceğine dair öneriler sunmaktır. Teknorot Otomotiv Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. örneği üzerinden yapılan değerlendirme, her iki aracın da inovasyon yönetimi performansını artırmak için farklı açılardan önemli katkılar sunduğunu göstermektedir.

IMProve inovasyon ölçüm aracı, öz değerlendirme temelli bir yaklaşımdır ve işletmelerin inovasyon yönetimi süreçlerini detaylı bir şekilde incelemelerine olanak tanır. Teknorot işletmesinde yapılan uygulamada, yöneticilerin ifade ettikleri fikirler, IMProve aracının beş ana eksenine (İnovasyon Stratejisi, İnovasyon Organizasyonu ve Kültürü, İnovasyon Yaşam Döngüsü Süreçleri, Etkinleştirici Faktörler, İnovasyon Sonuçları) göre sınıflandırılmıştır. Bu araç, işletmenin kendi inovasyon stratejileri, organizasyon yapısı ve süreçlerinin yanı sıra etkinleştirici faktörlerin de derinlemesine analiz edilmesini sağlamıştır.

IMProve aracının en güçlü yönü, işletmelerin kendi performanslarını uluslararası düzeyde karşılaştırabilmesi ve inovasyon stratejilerini iyileştirebilmeleri için çok sayıda parametreyi değerlendirmeye olanak sağlamasıdır. Bununla birlikte, bu aracın sınırlılığı, öz değerlendirme yöntemine dayanması ve işletme yöneticilerinin subjektif değerlendirmelerinin süreçte yer almasıdır. Bu, bazen daha objektif sonuçlar elde etmenin önünde bir engel teşkil edebilir.

SME-MPOWER aracı ise, uzman değerlendirmesi temellidir ve özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin (KOBİ'ler) inovasyon kapasitesini artırmak için tasarlanmıştır. Teknorot işletmesinde uygulanan SME-MPOWER değerlendirmesi, işletmenin inovasyon performansını 8 ana kategori üzerinden değerlendirerek her bir kategori için önerilerde bulunmuştur. Bu araç,

özellikle KOBİ'lerin sınırlı kaynaklarını daha verimli kullanmalarına yardımcı olmakta ve yenilikçi fikirlerin hayata geçirilmesine olanak tanımaktadır.

SME-MPOWER, uzmanlar tarafından yapılan değerlendirmeler ve işletme ziyaretleri ile objektif sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, bu aracın sunduğu İnovasyon Yol Haritası ve Eylem Planı, işletmelere özel olarak hazırlanmış, uygulanabilir öneriler sunarak organizasyonel yenilik süreçlerini desteklemektedir. Ancak, SME-MPOWER aracının en büyük dezavantajı, uzmanların işletmeye doğrudan müdahale etmesi ve sonuçların tamamen uzman görüşlerine dayalı olmasıdır. Bu, bazı durumlarda, işletme yöneticilerinin kendi perspektiflerinin dışına çıkmalarına yol açabilir.

Sonuçlar ve Öneriler
Çalışmanın bulguları, IMProve ve SME-MPOWER araçlarının inovasyon yönetiminde etkili araçlar olduklarını ve işletmelere önemli katkılar sağladıklarını göstermektedir. Bununla birlikte, her iki aracın kullanımının daha etkili olabilmesi için bazı öneriler sunulabilir:

Kapsamlı Eğitim ve Bilinçlendirme: IMProve aracının öz değerlendirme temelli yapısının daha verimli kullanılması için işletme yöneticilerine inovasyon yönetimi konusunda daha fazla eğitim verilmesi gerekebilir. Bu, daha objektif sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir.

Uzman Değerlendirmelerinin Etkinleştirilmesi: SME-MPOWER aracının sunduğu uzman değerlendirmelerinin, işletme içindeki tüm yöneticiler ve çalışanlar tarafından da içselleştirilmesi, daha kapsamlı bir yenilik kültürü oluşturabilir.

Entegre Kullanım: Her iki aracın birbirini tamamlayıcı şekilde entegrasyonu, işletmelerin daha geniş bir perspektiften inovasyon stratejilerini geliştirmelerine olanak tanıyacaktır. İşletmeler için, IMProve ve SME-MPOWER'ın birlikte kullanılması, daha güçlü bir inovasyon kapasitesinin inşa edilmesine olanak tanıyacaktır.

Sonuç olarak, her iki aracın da sağladığı avantajlar, otomotiv sektöründeki işletmelerin inovasyon yönetim süreçlerini optimize etmelerine yardımcı olabilir ve bu araçların stratejik ve operasyonel düzeyde entegrasyonları, uzun vadeli başarıları için önemli bir temel oluşturacaktır.

KAYNAKÇA

Bayhan, B., & Korkmaz, O. (2021, 5 31). Relationship between Innovation Management and Innovative Organizational Culture in Logistics Companies: A Study in the City of Mersin. *Istanbul Business Research, 50(1)*, s. 103-126.

BAYRAKTAR, E., & AYYILDIZ, H. (2021, 7 25). İnovasyon Stratejilerinin Kurumsal Sürdürülebilirlik Performansına Etkisi: Mobilya Firmaları Üzerinde Bir Uygulama. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (60)*, s. 189-214.

Dural, S., Şener, H., & Taşkın, E. (2023, 7 7). Uluslararası Pazarlarda İnovasyon ve Sürdürülebilirlik: X Seramik Şirketinde Değerlendirme. *şletme Bilimi Dergisi (JOBS), 2023; 11(2) DOI: 10.22139/jobs.1269779*, s. 113-131.

ERCAN, T. (2016, 4 5). Effect of Main Innovation Areas on Organizational Performance in Construction Companies. *MEGARON 2016;11(2), DOI: 10.5505/MEGARON.2016.19327*, s. 300-308.

HANCIOĞLU, Y., & YEŞİLAYDIN, G. (2016, 5 11). Stratejik Yönetimde Yeni Bir Rekabet Yaklaşımı: Stratejik İnovasyon. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, Cilt 12, Sayı 29*, s. 105-124.

Ili, S., Albers, A., & Miller, S. (2010, 5 7). Open innovation in the automotive industry. *R&D Managemnet, Volume40, Issue3*, s. 246-255.

Imp3rove. (2024, 11 26). https://www.imp3rove.de/ adresinden alındı

İnovalig. (2024, 11 26). https://www.inovalig.com/Content/bilgilendirme-sunumlari adresinden alındı

Kijkasiwat, P., Hussain, A., Nisar, U., & Liew, C. (2024, 5 15). The Mediating Effect Of Innovation On The Relationship Between Corporate Governance And Firm Performance: Evidence From Developed And Developing Countries. *Asian Academy of Management Journal, Vol. 29, No. 1*, s. 55–93.

TÜRK, A. (2017). *İnovasyon Yönetim Araçları IMP3rove & AToMIC.* İstanbul: INNOVIST, Sabancı Üniversitesi.

Türk, A. (2023). *İnovasyon Yönetimi ve Değerlendirmesi Raporu.* Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti,COSME Türkiye Teknik Destek Projesi : coSME Türkiye.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ (HAD) İLE GAZ ATOMİZASYON NOZULU TASARIMI VE ANALİZİ

Furkan ÜNLÜER
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi,
unluer.furkan1@gmail.com - 0009-0009-4499-5066

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa GÜLEŞEN
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi,
mustafa.gulesen@dpu.edu.tr - 0000-0001-8781-2746

ÖZET

Gaz atomizasyon yöntemi, günümüzde araştırmaları devam eden metal tozu üretiminde sıklıkla kullanılan yöntemlerden biridir. Gaz atomizasyon yönteminin en kritik bölgelerinden birisi nozul geometrisidir. Nozul geometrisi; boğaz açıklığı, nozul açısı, boğaz alanı, çıkıntı mesafesi gibi önemli etkenlerden oluşmaktadır. Bu çalışmada nozul geometrisinin modeli oluşturulup, gaz akışı çıkarılmış ANSYS programı ile analiz yapılmıştır. Nozul geometrisinin modeli, akış borusu ucunda meydana gelen basınç, gaz hızı ve gaz debisi verileri incelenerek en uygun nozul geometrisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Atomizasyon gazı olarak Azot gazı kullanılmıştır. 10 bar, 12 bar, 15 bar basınçlarda, 5 mm çıkıntı mesafesinde, 0°, 5°, 15° nozul açılarında ve 10 mm iç çapı olan akış borusu ile hesaplamalar yapılmıştır. Değerlendirme sonucunda 15 bar basınçta, 5 mm çıkıntı mesafesinde ve 0° nozul açısındaki nozul tasarımı en uygun olarak görülmüştür.

.

Anahtar Kelimeler: Gaz atomizasyon, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği, Nozul tasarımı.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

1. GİRİŞ

Toz Metalurjisi (T/M), döküm, talaş kaldırma ve presleme vb. üretim metotlarına ilave olarak geliştirilmiştir. T/M, imalatı daha zor parçaların minimum maliyetle yüksek dayanım ve minimum tolerans aralığı ile çeşitli boyut ve şekillere sahip metal tozlarını verimi yüksek, toleransı düşük parçalara dönüştürür. İstenilen özellikte, farklı malzemeler üretmeyi mümkün kılar.

T/M yönteminin ana maddesi tozdur ve üretimi kritik öneme sahiptir. T/M ile üretilen tozlar; mekanik, elektroliz ve kimyasal yöntemler ile kıyaslandığında ön plana çıkmaktadır. Sıvı metal yüksek basınçlı akışkanlar ile çok küçük boyutlu parçacıklara ayrılması olarak bilinen; su, gaz, santrifüj atomizasyonu, vakum atomizasyonu ve ultrasonik gaz atomizasyonu yöntemleri olarak farklı başlıklar altında toplanmaktadır.

Bu çalışmada, Ansys programı kullanılarak nozul modellemesi ve analizi yapılmıştır. Nozul geometrisinde gaz çıkış alanı, çıkıntı mesafesi, nozul açısı parametrelerini değiştirerek en uygun ve verimli nozul geometrisi seçilmeye çalışılmıştır.

2. ATOMİZASYON MODELİ ve HAD ÇALIŞMASI

Atomizasyon, metal tozu üretiminde sıklıkla kullanılan bir metottur. Nozul geometrisi, gaz basıncı, gaz debisi gibi farklı parametreler ile ergitilebilen metal malzemelerin toz boyut ayarlamaları yapılabilmektedir. Damlacıkların oluşması, sıvı metale yüksek hızlardaki gazın çarpması sonucu, enerji aktarımı sonrasında metalin soğuyup katı hale gelmesi ile metal tozları elde edilir. Bu metot saf ve alaşımlı malzeme tozlarının üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Atomizasyon bu sürecin en kritik aşamalarından birisidir. Başlangıç koşulları ve toz boyut oranı atomizasyonu belirleyen etkenlerdir. Gaz ve sıvı metalin özellikleri üretilen tozların boyut ve geometrisi için çok kritik öneme sahiptir [2]. Verimli bir gaz atomizasyonu için aşağıdaki şartların sağlanması önemlidir.

1. Yüksek gaz kinetik enerjisi

2. Metal akış borusu ucunda negatif basınç oluşumu

3. Metal akış borusu ucunda basınç farkı

Atomizasyonda gazı, sıvı metali parçalamak için gerekli enerjiyi damlacıklara aktarır. Daha sonra damlacıklara ivme kazandırır ve onların soğuyup katılaşmasını sağlar. Tozların önemli özellikleri şunlardır [3]:

1. Küresel toz şekli

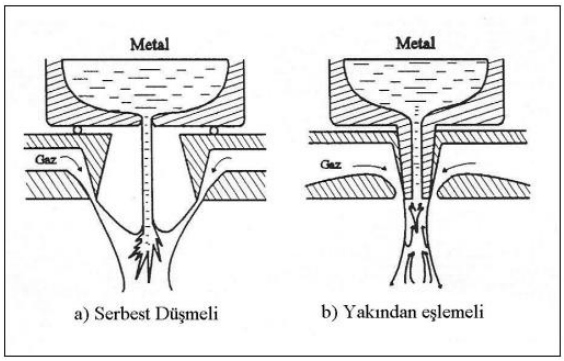
2. Temizlik

3. Küçük çaplı tozlarda hızlı katılaşmış yapılar

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

4. Yüksek üretim hızı

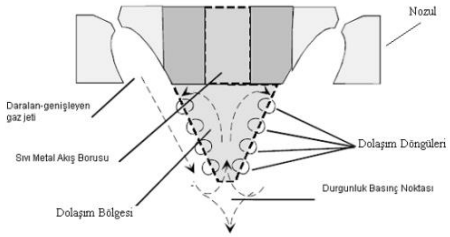
Atomizasyon sistemi, serbest düşmeli ve yakından eşlemeli olarak iki başlık altında toplanmaktadır. (Şekil 1). Şekil de görülen (a) sıvı metal, serbest olarak belirli bir zaman aralığında akıp gaz ile temas etmektedir. Yakından eşlemeli sistemlerde, sıvı metal nozulun gaz çıkış bölgesine akış borusu ile yönlendirilir. Yakından eşlemeli (Şekil 1-b) sistemlerde verim daha yüksektir.



Şekil 1. Atomizasyon Sistemi (Şematik): a) Serbest düşmeli b) Yakından eşlemeli [1].

Yakından eşlemeli sistemler verimli çalışırlar ancak birkaç zorlukları vardır. Metal akış borusu ucunda oluşan basıncı ayarlamak oldukça kritiktir. Pozitif veya negatif basınç oluşabilmektedir. Metal akış borusu ucunda negatif basınç oluşturulacak şekilde bir geometri tasarlanması önemlidir. Bir diğer sorunlardan birisi sıvı metalin akış borusu içerisinde soğuyarak katılaşmasıdır. Bu nedenle metal ergime sıcaklığının yaklaşık 150 ºC üzerine ısıtılır. Yakından eşlemeli sisteminde serbest düşme sistemine göre daha uygun boyutlarda ve istenilen düzeyde tozlar üretilir [4].

Gaz geçiş bölgesi, nozulların belirli bir basınçta gaz genleşme bölgesi oluşturmasına denmektedir. Gaz geçiş bölgesinin kapandığı basınç değerleri çok kritik öneme sahiptir. Basınç değerinin üstündeki atomizasyonlarda basınç değerinin altındaki verilerle kıyaslandığında daha küçük boyutlu toz elde edilmiştir. Çıkıntı mesafesinin daha kısa olduğu tasarımlarda geçiş bölgesinin daha düşük basınçta kapandığı tespit edilmiştir [6,7].

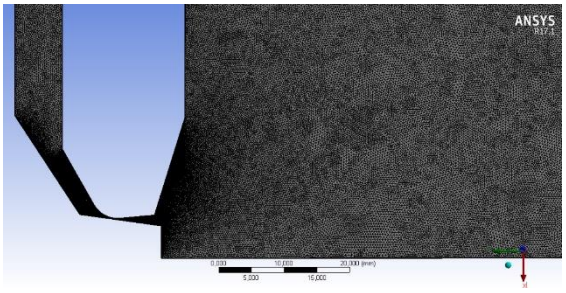


Şekil 2 Sesüstü nozulda dolaşım bölgesinin gösterimi [7].

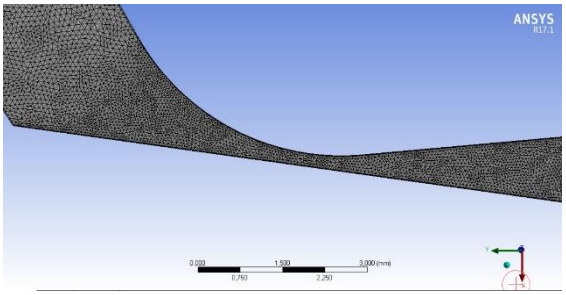
ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Dolaşım bölgesindeki gaz, akış borusuna yönlenerek Şekil 2 ‘ deki gibi radyal ivme ile borunun dış yüzeylerine doğru harekete başlar (Şekil 2) [6,7].

Model geometrisi oluşturulurken önceden yapılan çalışmalar incelenmiş ve uygun görülen nozul geometrileri ile çalışma yapılmıştır. Nozul çizimi iki boyutlu olarak DesignModeller programı yardımıyla yapılmış Ansys Fluent ile ağ yapısı oluşturulmuştur (Şekil 3-4). Üçgen yapılı ağ yapısı kullanılmıştır. Daralan bölgelerde ve cidarlarda daha sık ağ yapısı oluşturulmuştur.



Şekil 3. Nozzle Ağ Yapısı



Şekil 4. Nozzle Ağ Yapısı

Azot gazı, programda akışkan olarak seçilmiş, sıkıştırılabilir gaz olarak kabul edilip sabit veriler Çizelge 3.1 ‘de gösterilmiştir. Verilere göre 1,138 yoğunluğa sahip azot gazının sıkıştırabilirlik faktörü 11 ‘dir.

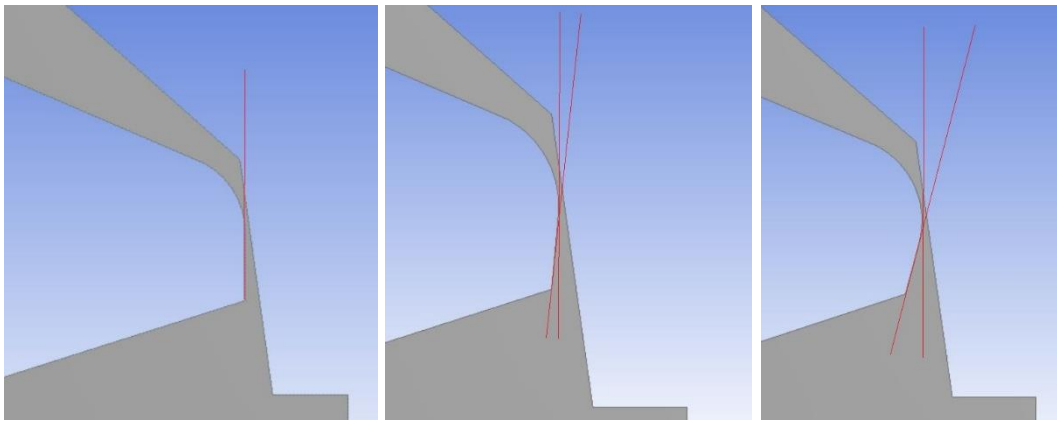
Ansys programında giriş bölgesi, çıkış bölgesi, duvar tanımlamaları yapılmıştır. Giriş bölgesinden 10 bardan başlayarak farklı basınç değerlerindeki azot gazı girmektedir. Sınır şartı bölümünde “turbulent viscosity ratio” ve “intensity” 10 olarak seçilmiştir. Çıkış sınır şartı için atmosfer basıncı (101325 Pa) verileri girilmiş diğer değerler aynı kalmıştır. Geometrinin orta çizgisi “eksen” olarak girilmiştir. Bu sınır bölgeleri haricindeki yerler cidar (duvar) olarak seçilmiştir. Sıcaklık şartı olarak 300 K olarak girilmiştir. Simple çözüm algoritması seçilip, çözücü tipi olarak basınca dayalı çözüm seçilmiş, implicit ve steady çözüm olarak seçilmiştir. İdeal gaz olarak azot gazı eklenip seçilmiştir. “Realizable k-ε” ve “ Reynolds Stres Model”

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

modelleri ile farklı çözümler yapılmıştır. Momentum, basınç ve yoğunluk için rahatlama faktörleri 0,3 seçilip enerji 0,9 olarak tanımlanmıştır.

Fiziksel Özellikler	**Değer**
Yoğunluk (kg/m3)	1,138
C	1040,67
Termal iletkenlik (W/(m.K))	0,0242
Referans viskosite (kg/(m.s))	1,663x 10^5
Referans sıcaklık (K)	273,11
Efektif sıcaklık (K)	106,67
Moleküler ağırlığı (kg/(kg.mol))	28,0134
Standart hal entropisi (J/(kg.mol.K))	191494,8

Çizelge 1. Azot gazının özellikleri (NIST)



Şekil 10. Sırasıyla 0º, 5º ve 15º Nozul açısı görüntüleri

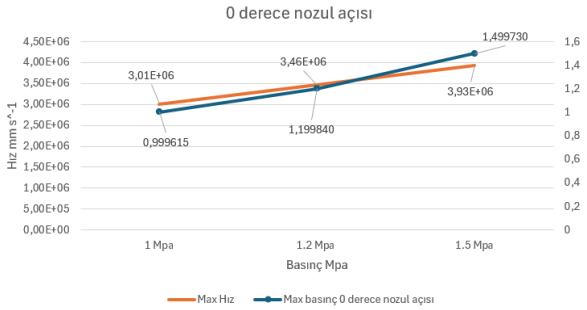
Ansys Design Modeler programında nozul tasarımı yapılmıştır (Şekil 10). 5 mm çıkıntı mesafesinde 0º, 5º ve 15º nozul açılarındaki farklı tasarımlar oluşturulup Ansys programı ile analiz yapılmıştır. Gaz akışının nozul açısı ile yönlendirilmesi sonucu basınç ve hız değerleri incelenerek nozul tasarım verileri karşılaştırılacaktır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

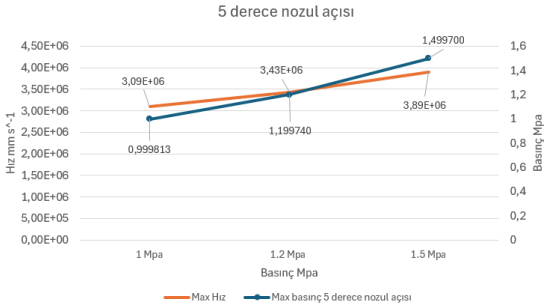
İstenilen boyutlarda ve geometrik şekilde verimli parçalanmanın olması için gaz ile sıvı metal yüksek hızlarda temas etmesi gerekir. Atomizasyon gazının hızını kaybetmemesi için nozuldan uzaklaşmaması gerekmekte temas ettiği ilk an nozul çıkışına yakın olması istenmektedir ancak çok yakın olması durumunda pozitif basınç oluşabilir. Sıvı metalin akışını engelleyebilir. Sıvı

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

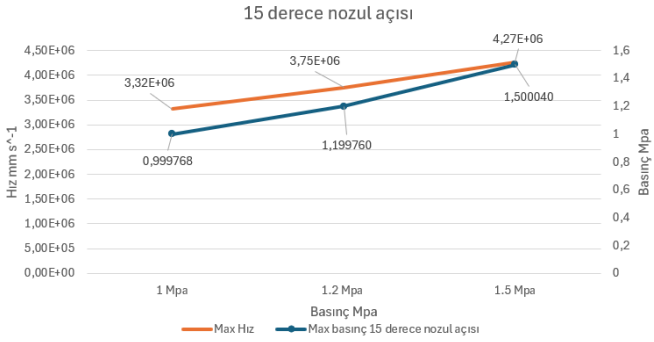
metalin katılaşmasına yol açabilir. Bu verimsizliğin önüne geçebilmek için gaz akışı yönlendirilmeli ve nozul ucunda pozitif basınç oluşması engellenmelidir.



Şekil 5. 0 Derece Nozul Açısı Max Hız ve Max Basınç Grafiği



Şekil 6. 5 Derece Nozul Açısı Max Hız ve Max Basınç Grafiği

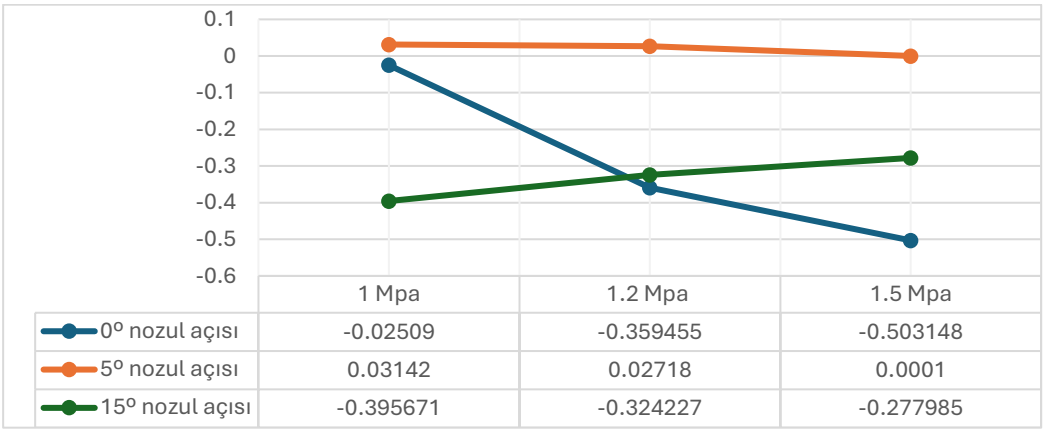


Şekil 7. 15 Derece Nozul Açısı Max Hız ve Max Basınç Grafiği

1 MPa, 1.2 MPa ve 1.5 MPa değerlerindeki Max basınç ve Max hız verileri Şekil 5-6 ve 7 ‘de görülmektedir. ‘Presure Inlet’ basıncı arttıkça Max basınç ve Max hız değerinde artış gözlemlenmektedir. Çizelge 2 de görüldüğü gibi basınç değeri sabit bırakılıp nozul açısı artırıldığında gazın ilerlediği alan arttığı için basınç değerinde yüksek bir artış gözlemlenmemiştir. Ancak Max hız değeri nozul açısı arttıkça artmıştır.

0º nozul açısı	Max basınç (MPa)	Max Hız (mm s^-1)
1 MPa	0,999615	3,01E+06
1.2 MPa	1,199840	3,46E+06
1.5 MPa	1,499730	3,93E+06
5 º nozul açısı	Max basınç (MPa)	Max Hız (mm s^-1)
1 MPa	0,999813	3,09E+06
1.2 MPa	1,199740	3,43E+06
1.5 MPa	1,499700	3,89E+06
15 º nozul açısı	Max basınç (MPa)	Max Hız (mm s^-1)
1 MPa	0,999768	3,32E+06
1.2 MPa	1,199760	3,75E+06
1.5 MPa	1,500040	4,27E+06

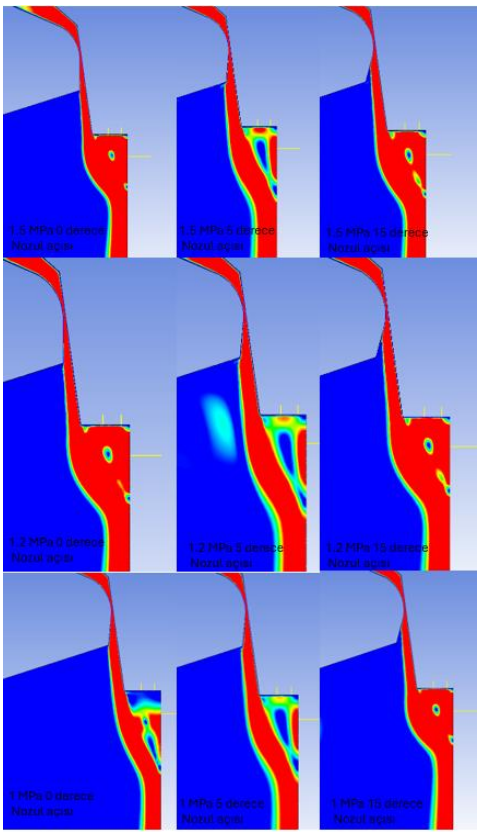
Çizelge 2. Farklı Nozul Açılarındaki Max Basınç ve Max Hız Değerleri



Şekil 8. Farklı Nozul Açılarında Nozul Uç Basınç Değerleri

Şekil 8 'de görüldüğü üzere 5º nozul açısındaki nozul uç basıncı 0.03142, 0.02718 ve 0.0001 MPa pozitif basınç değerlerine sahiptir. 15 º nozul açısındaki nozul uç basıncı -0.395671, -0.324227 ve -0,277985 MPa negatif basınç değerlerine sahiptir. 0º nozul açısındaki nozul uç basıncı -0.02509, -0,359455 ve -0,503148 MPa negatif basınca sahiptir. Nozul uç basıncının negatif değerde olması vakum etkisi yaratacağından istenilen bir durumdur. Şekil 8 'de görüldüğü gibi 0º, 5º ve 15º nozul açılarındaki hız akış analizi görüntüleri verilmiştir. Max basınç, hız ve nozul uç basınç değerleri karşılaştırıldığında, değerlendirme sonucunda 15 bar basınçta, 5 mm çıkıntı mesafesinde ve 0° nozul açısındaki nozul tasarımı en uygun olarak görülmüştür.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7



Şekil 9. Farklı açı değerlerindeki hız akış analizi görüntüleri

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

KAYNAKÇA

[1] Yıldız, E.S., "Gaz atomizasyonu ile metal tozu üretiminde nozul geometrisinin toz boyutuna etkisinin araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 5-14, (2007).

[2] Antipas, G.S.E.," Modelling of the break up mechanism in gas atomization of liquid metals", Computational Materials Science, 46 (4): 955–959, (2009).

[3] Ünal,R., Kainer, K.U., Production of high strenght Al-Mg-Sc alloys by PM, Powder Metallurgy, Vol 41, No.2, p119-122.

[4] Ebeoğlu, A.R., "Gaz atomizasyonu ile üretilen Al-Sn alaşım tozlarının özelliklerinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 23-28, (2008).

[6] Mates, S. P., and Settles, G. S., 1995, A Flow Visualization Study of the Gas Dynamics of Liquid Metal Atomization Nozzles, in: Advances in Powder Metallurgy and Particulate Materials (Phillips, M., and Porter, J., eds.), APMI International, Princeton, NJ, USA, Part I, pp. 15–29.

[7] Ting, J., Peretti, M. W., Eisen, W. B., 2002 The effect of wake-closure phenomenon on gas atomization performance, Mater Sci Eng A, 326(1): 110—121.

[8] Akpinar, İrem Şebnem. "Atomizasyon yöntemiyle toz metal üretimi ve tozların karakterizasyonu", Dokuz Eylul Universitesi (Turkey), 2024

[9] AYDIN, Mehmet and ÜNAL, Rahmi. "Laval tipi yeni bir nozul tasarımı ile metal tozu üretimi ve üretim değişkenlerinin etkisinin incelenmesi", Kubilay Aslantaş, 2007.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

YUMUŞAK DOKU SARKOMLU HASTALARDA RADYOTERAPİ SONUÇLARI ve PROGNOSTİK FAKTÖRLER

Dr. Öğretim Üyesi Özgür Altmışdörtoğlu
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi drozgur64oglu@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0683-544X

Doç. Dr. Sema Rakıcı
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi radyasyon Onkolojisi
sema.rakici@erdogan.edu.tr- ORCID ID: 0000-0002-5543-9761

ÖZET

Amaç: Çalışmamızda **p**ostoperatif veya primer radyoterapi (RT) ile tedavi edilen 86 yumuşak doku sarkomlu hastada tedavi sonuçları ve prognostik faktörler retrospektif olarak değerlendirildi.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamıza postoperatif veya primer RT alan yumuşak doku sarkomlu hastalar retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Evre, yerleşim, histopatolojik tip, tümörün büyüklüğü, cerrahi özellikleri, kemoterapi durumu ve radyoterapi doz/fraksinasyonu gibi parametreler hastalığın prognostik değeri bakımından değerlendirildi.

Bulgular: Hastaların medyan yaşı 45(18-80) olup, 45'i (%52) erkek, 41'ü (%48) kadındı. Radyoterapi 1.8-2Gy/ fraksiyon dozunda median 60 (40-70) Gy idi. RT uygulamaları ilk yıllarda Co60, 1999'dan sonra 3D konformal yöntemlerle planlanmıştı. Akut ve geç komplikasyonlar RTOG toksisite kriterlerine göre grade 1-2 ile sınırlı idi. Üç (%3.3) hastada grade III-IV geç komplikasyon vardı. Olguların medyan takip süresi 53 (3-246 ay) ay olarak bulundu. Beş yıllık genel sağkalım (OS), hastalıksız sağkalım (DFS) ve lokal kontrol (LC) sırası ile %68, %61 ve%76 idi. Tek değişkenli analizde OS için tümör boyutu >10 cm (p=0.01), derin yerleşim (p=0.001), grade III-IV (p=0.0001), evre III (p=0.02) ve (+) cerrahi sınır (p=0.002), HS için grade III-IV (p=0.0001), evre III (p=0.030) ve (+) cerrahi sınır (p=0.012); LC içinse tümör lokalizasyonu (ekstremite vs diğer) (p=0.028), grade III-IV (p=0.004), derinlik (p=0.035) ve (+) cerrahi sınır (p<0.0001) anlamlı prognostik faktörler olarak bulundu. Çok değişkenli analizde GS ve HS için sırasıyla grade III-IV (sırasıyla p=0.004 ve p=0.001), LC için cerrahi sınır (p=0.0001) ve istatiksel olarak anlamlı olmasa da tümör lokalizasyonu (p=0.06) önemli prognostik faktörler olarak bulundu.

Sonuç: Çalışmamızda yüksek grade, cerrahi sınırların pozitif olması ve ekstremite dışında tümör lokalizasyonu en önemli prognostik faktörler olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar daha

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

önceki çalışmalar ile uyumlu olup tedavi planlamalarında mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Grade, lokal kontrol, prognostik faktör, radyoterapi, yumuşak doku sarkomu.

GİRİŞ

Yumuşak doku sarkomları, kas, yağ, kan damarları, sinirler ve tendonlar gibi vücudun yumuşak dokularından kaynaklanan nadir bir kanser türüdür. Bu tümörler vücudun herhangi bir yerinde gelişebilir, tedavi genellikle cerrahi, kemoterapi ve radyasyon tedavisini içerir. YDS nadir görülen malign hastalık grubudur ve tüm malignitelerin %1'inden daha azını oluşturur (1). Medyan 40-60 yaş arasında görülür ve pik yaş 55 yaş civarıdır (2). Erkek/kadın oranı 0,8'dir. Yumuşak doku sarkomları için predispozan faktörler arasında Li-Fraumeni sendromu ve nörofibromatozis tip 1 gibi genetik sendromlar, önceki radyasyon tedavisi ve kronik lenfödem yer alır. HIV veya EBV gibi belirli virüslere maruz kalmak da riski artırabilir. Diğer faktörler arasında genetik mutasyonlar, kimyasallara maruz kalma ve etkilenen dokuda kronik enflamasyon öyküsü yer alır (3).

Cerrahi tedavi yumuşak doku sarkomları için altın standarttır. Klinik seyri etkileyen prognostik parametreler histolojik derece, cerrahi sınırların durumu ve tümör derinliğidir. Radyoterapi son 30 yılda YDS tedavisinin önemli bir parçası haline gelmiş ve amputasyondan uzaklaşmaya yol açmıştır. Pozitif sınırlar ve büyük tümör boyutu gibi olumsuz prognostik özelliklere sahip olgularda adjuvan radyoterapi kullanılır (4, 5).

Bu çalışmada, belirli bir zaman dilimi içinde bir klinikte adjuvan radyoterapi alan hastalarda prognostik parametrelerin genel sağkalım, hastalıksız sağkalım ve lokal kontrol sonuçları üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Bulgular, tümör büyüklüğü ve derin yerleşimi, yüksek grade, pozitif cerrahi sınır ve evre III YDS'lu kanserli hastalarda genel ve hastalıksız sağkalım bakımından prognostik önemi olduğunu göstermektedir. Bu hasta popülasyonunda optimal sonuçlar için daha fazla araştırma ve kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımları gerekebilir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Hastaların Genel Özellikleri: Üniversitemiz Radyasyon Onkolojisi bölümüne yumuşak doku sarkomu tanısı almış, postoperatif veya primer radyoterapi uygulanan 86 hasta çalışmaya dahil edilmiş ve hasta verileri retrospektif olarak incelenmiştir. Uterin sarkomlar, tanı anında

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

metastatik hastalar, 18 yaş altındaki hastalar çalışma dışı bırakılmışlardır. Tüm hastalar AJCC 2010 evreleme sistemi ile tekrar evrelendirilmiştir. Tablo 1.'de hasta karakteristikleri özetlenmiştir.

Radyoterapi: Operasyon sonrasında cerrahi sınırların pozitif olması, tümör boyutunun 5 cm'den büyük olması, metastatik lenf nodu varlığı, rekürren nedeniyle tedavi alması, gross rezidü hastalık gibi faktörlerden en az birine sahip hastalara radyoterapi uygulanmıştır.

Hastalara RT, lineer hızlandırıcı (LINAC) ve Kobalt 60 (C0-60) cihazıyla uygulanmıştır. Hastalara RT uygulaması konvansiyonel ve 3 boyutlu konformal tedavi yöntemleriyle uygulanmıştır. 1999 yılına kadar Co-60 ve konvansiyonel planlama uygulanırken; bu tarihten itibaren 3 boyutlu konformal radyoterapi planlama da kullanılmıştır.

Ekstremite yerleşimli tümörlerde 2 boyutlu konvansiyonel planlama uygulanırken tümör lojuna dikey eksende 5-7 cm, yatay eksende en az 2-3 cm emniyet sınırı verilirken, diğer yerleşimli tümörlerde primer tümör yatağına en az 1.5–2.0 cm'lik emniyet sınırı verilmiştir. Ekstremite yerleşimli lezyonlarda ileride gelişebilecek olası lenfödemin engellenmesi için tümör yerleşim yerine göre medial ya da lateral kısımlardan normal doku bırakılmıştır. Üç boyutlu konformal tedavi planlanan hastalara, uygun simülasyon ve tedavi pozisyonu ile planlama tomografisi çekilmiştir. Planlama esnasında hastaların preoperatif görüntülemelerinden yararlanılarak 3-6 cm marjin verilerek CTV oluşturulmuş ve CTV'ye 1-2 cm marjin verilerek PTV oluşturulmuştur. Gross rezidü olan bir hastada ise diğer hastalardakine benzer marjinler GTV'ye verilerek PTV oluşturulmuştur. Operasyon skarı ve drenler mutlaka alan içerisine dahil edilmiştir. Hastalara ilk 50 Gy RT bolus ile uygulandıktan sonra alan küçültülerek tedavileri tamamlanmıştır. Hastalara uygulanan RT dozu standart 1.8-2.0 Gy günlük fraksiyon dozuyla uygulanmıştır. Hastalara 40-70 Gy doz aralığında RT uygulanmıştır. Tedavi grubunda hiçbir hastaya brakiterapi uygulanmamıştır.

Kemoterapi: Kemoterapi alan hasta grubunun tamamı antrasiklin bazlı bir kemoterapi rejimi almıştır. Hastalarda; grade yüksekliği, tümör çapının 5 cm'den büyük olması, relaps nedeniyle tedavi alması ya da diğer yüksek riskler nedeniyle KT uygulanmıştır.

Hasta İzlem: Hastalar ilk 2 yılda 3 aylık, 5. yıla kadar 6 ayda bir ve 5. yıl sonrası yıllık kontrol olacak şekilde takipleri planlanmıştır. Hastaların kontrollerinde hematolojik tetkikleri (tam kan, biyokimya) istenilmiş, Primer lezyonun yerleşimine göre MRG ya da BT ile takip edilmişlerdir. Olası metastazlar için toraks BT, direkt AC grafileri ve abdomen USG istenilmiştir.

İstatiksel Yöntem: Hastaların takip süresi, yaşayan hastalar için RT bitimi ile son kontrol tarihi arası ve ölen hastalarda RT bitimi ile ölüm arasındaki süre olarak alınmıştır. İstatiksel

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

hesaplamalarda SPSS versiyon 16 kullanılmıştır. Genel sağkalım, hastalıksız sağkalım ve lokal kontrol değerleri Kaplan-Meiyer metodu ile çok değişkenli analizler ise Cox regresyon analizi ile tek değişkenli analizler ise log-rank testi ile yapılmıştır. Anlamlılık eşiği 0.05 olarak belirlendi.

BULGULAR

Tablo 1.'de hasta karakteristikleri özetlenmiştir. Hastaların yaş dağılımı 18-80 arasında olup medyan yaş 45'dir. En sık hastalık yerleşim yeri ekstremitedir. Hastaların ilk başvuru şikâyeti, en sık ağrısız kitledir ve tanıda en sık kullanılan radyolojik yöntem magnetik rezonans görüntülemedir. Hastalara uygulanan en sık cerrahi yöntem geniş lokal eksizyondur ve tüm vaka grubunun %57'sine uygulanmıştır. Hastalarda en sık tespit edilen histopatolojik subgrup malign fibröz histiositomdur ve tüm vakaların %27 'sini oluşturmaktadır.

Medyan uygulanan radyoterapi dozu 60 Gy'dir, hastalara tanı sonrasında medyan 81. günde RT tedavisi başlanmıştır. Tüm vakaların 49'una (%57) adjuvan KT uygulanmıştır.

Tablo 1. Hasta ve tümöre ait genel karakteristik özellikler.

Değişkenler	n	%
Cinsiyet		
Kadın	41	47.7
Erkek	45	52.3
Yaş dağılımı		
40 yaş altı	31	36
40-59 yaş arası	34	40
60 yaş ve üzeri	21	24
Başvuru şikayeti		
Kitle	63	73.3
Ağrı	10	11.6
Kitle + ağrı	9	10.5
Nörolojik semptom	2	2.3
Şikayet yok	2	2.3
Tanıda kullanılan radyolojik yöntem		
Bilgisayarlı tomografi (BT)	24	27.9
Magnetik rezonans görüntüleme (MRG)	35	40.7
CT +MRI	12	14.0
Ultrasonografi	5	5.8
Direktgrafi	3	3.5
Görüntüleme yok	7	8.1
Yerleşim yeri		
Extremite	68	79.1
Baş- boyun	1	1.2
Gövde	13	15.1

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Retroperiton	4	4.7
Grade		
Grade I	7	8.1
Grade II	42	48.8
Grade III	35	40.7
Grade IV	2	2.3
Derinlik		
Derin	44	52.3
Yüzeyel	42	47.7
Tümör çapı		
< 5 cm	26	30.2
5-10 cm	50	58.1
≥10 cm	10	11.6
Histolojik subgrup		
Malign fibröz histiositom	23	26.7
Liposarkom	17	19.8
Fibrosarkom	10	11.6
Sinovyal sarkom	12	14.0
Malign scwannoma	9	10.5
Rabdomyosarkom	1	1.2
Leyomyosarkom	8	9.3
Malign mezenşimal tümör	6	7
Evre (AJCC 2010)		
Evre I	9	10.5
Evre II	53	61.6
Evre III	24	27.9
Cerrahi Tipi		
Geniş eksizyon	49	57.0
intralezyoner eksizyon	12	14.0
Marjinal eksizyon	24	27.9
Operasyon yok	1	1.2
Cerrahi sınır durumu		
Negatif	44	51.2
Pozitif	30	34.9
Yakın	7	8.1
Bilinmeyen	4	4.7
Gross rezidü	1	1.2
Kemoterapi uygulaması		
Adjuvan	45	52.0
Neo adjuvan	2	2.3
Yalnız RT ile eşzamanlı	2	2.3
KT almayan	37	43.0
Radyoterapi tipi		
Adjuvan	74	86.0
Primer	1	1.2
Relaps nedeniyle uygulama	11	12.8
Radyoterapi dozu		
< 60 Gy	22	26
≥ 60 Gy	64	74

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Histolojik grade genel sağkalımda ve hastalıksız sağkalımda en önemli prognostik faktör olup hem tek değişkenli analizlerde (her iki parametre için p=0.0001) hem de çok değişkenli analizde (sırasıyla p=0.004 ve p=0.001) anlamlı olarak bulunmuştur.

Lokal kontrol açısından değerlendirildiğinde ise histolojik grade, çok değişkenli analizde anlamlı bir prognostik faktör olarak tespit edilememiş olmasına karşın tek değişkenli analizde anlamlı bir prognostik faktör olarak bulunmuştur (p=0.004).

Tümörün yüzeyel veya derin yerleşimi; tek değişkenli analizde GS, HS ve LK için anlamlı bulunmuştur ve çok değişkenli analizde ise yalnızgenel sağkalımda histolojik grade'den sonra en önemli ikinci prognostik parametre olarak karşımıza çıkmaktadır

Cerrahi sınırların negatif olması, tek değişkenli analizlerde; genel sağkalım, hastalıksız sağkalım ve lokal kontrolde anlamlı prognostik faktör olup; çok değişkenli analizde lokal kontrol açısından en önemli prognostik faktördür (p=0.0001).

Ekstremite yerleşimi lokal kontrol açısından tek değişkenli analizde (p=0.028) anlamlı iken çok değişkenli analizde güçlü bir trend olduğu görüldü (p=0.06)

Genel Sağkalım: Değerlendirmeye alınan 86 hastanın RT sonrası medyan 53 ay (3-246 ay) takip edilmiştir. Hastaların, çalışma sonunda 57'si (%66.3) yaşıyordu, 29'u (%33.7) ise kaybedilmişti. Hasta grubunda hastalıksız sağkalım %61 ve lokal kontrol oranı %76 olarak bulunmuştur. 5 yıllık genel sağkalım ise %68 olarak bulunmuştur. Genel sağkalım eğrisi figüre 1a'da gösterilmiştir.

Tek değişkenli (univaryant) analizde genel sağkalım için; tümör çapının >10 cm olması (p=0.01), tümörün derin yerleşimli olması (p=0.001), grade III-IV olması (p = 0.0001), evre III olması (p=0.02) ve cerrahi sınırların pozitif olması (p =0.02) istatiksel olarak anlamlı negatif prognostik faktörler olarak bulunmuştur. Yaş, cinsiyet, başvuru şikayeti, cerrahi tipi, Radyoterapi dozu, adjuvan kemoterapi, nüksle başvuru, operasyon – RT arası geçen süre ile prognos arasında anlamlı ilişki bulunmadı. Tek değişkenli analiz sonuçları tablo2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Genel sağkalım için tek değişkenli analizde anlamlı bulunan prognostik faktörler.

Prognostik Faktör	**5 yıllık Genel Sağkalım %**	**p değeri**
Tümör çapı		
0-5 cm arası	69.2	
5-9.99 cm arası	70.0	
10 cm ve üzeri	40.0	0.01*
Derinlik		
Yüzeyel	81.0	

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

Derin	52.3	0.001*
Grade		
Grade I-2	88.1	
Grade 3-4	45.5	0.0001*
Evre		
Evre I-II	74.6	
Evre III	48.1	0.02*
Cerrahi sınır		
Negatif	79.5	
Pozitif-Yakın	48.6	0.002*
Diğer		
Yaş, cinsiyet, başvuru şikayeti, Cerrahi tipi, Radyoterapi dozu, Adjuvan kemoterapi Nüksle başvuru, Operasyon – RT arası süre		p > 0.05

* p < 0.05 istatiksel olarak anlamlı.

Hastalıksız Sağkalım ;Takip süresince 86 hastanın 46'sı remisyondaydı (%53.5) ve 5 yıllık hastalıksız sağkalım %61 olarak bulundu. Tek değişkenli analizde hastalıksız sağkalım için hastalığın grade'in III olması (p=0.0001), evre III olması (p=0.030), cerrahi sınırın pozitif olması (p=0.012) ve tümörün derin yerleşimli olması (p=0.030) anlamlı olarak bulunmuştur. Hastalıksız sağkalım için; tek değişkenli analizde incelenen parametreler ve analiz sonuçları tablo 3'de verilmiştir Şekil 1b 'de hastalıksız sağkalım eğrisi görülmektedir

Tablo 3. Hastalıksız sağkalım ve tek değişkenli analiz parametreleri.

Prognostik Faktör	**5 yıllık hastalıksız sağkalım**	**p değeri**
Derinlik		
Yüzeyel	%73.8	
Derin	%56.8	0.030*
Grade		
Grade I-II	%85.7	
Grade III-IV	%45.5	0.0001*
Evre		
Evre I-II	%69.5	
Evre III	%55.6	0.030*
Cerrahi sınır		
Negatif	%75.0	
Pozitif-yakın	%54.1	0.012*
Diğer: Yaş, cinsiyet, başvuru şikayeti tümör çapı, cerrahi tipi		

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

radyoterapi dozu, adjuvan kemoterapi, nüksle başvuru, operasyon–RT arası süre, yerleşim yeri	p > 0.05

* p < 0.05 istatiksel olarak anlamlı.

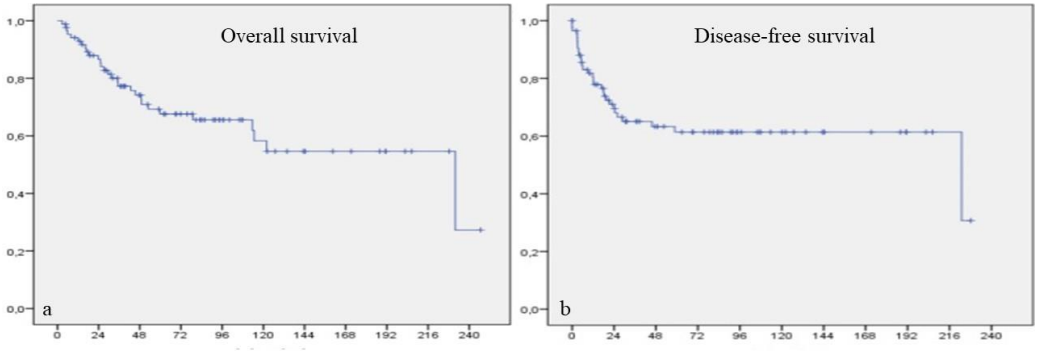


Figure 1. Genel sağkalım (1a) ve hastalıksız sağkalım (1b) eğrisi.

Takip: Toplam 86 hastanın 20'sinde lokal relaps glişmişti ve bu hastalardan 13'ünde yalnız lokal relaps, 7'sinde ise hem lokal hem de uzak metastaz gelişmişti; yalnız lokal relaps gelişen hastalardan 3'üne yalnız lokal cerrahi eksizyon ve 4 hastaya lokal eksizyon sonrası KT uygulanmıştır. Hem lokal hem de uzak relaps gelişen hastalardan 3'üne KT, 1 hastaya lokal eksizyon+KT ve 3 hastaya genel durum bozukluğu nedeniyle tedavi uygulanmadı.
Takip süresince 54 vaka non-metastatikti (%61.6). Uzak metastazların çoğu 22 vaka; (%25.6) akciğer metastazı, 1 vakada KC metastazı, 2 vakada kemik metastazı (%2.3), 7 vakada yaygın multipl metastaz (%8.1) saptandı.

TARTIŞMA

Sarkomlar nadir görülen tümörlerdir ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki yeni kanserlerin yalnızca %0,8'ini temsil etmektedir(6). En yaygın yumuşak doku tipi malign fibröz histiyosarkomdur, Yumuşak dokuda ortaya çıkanların çoğu ekstremitelerde görülmektedir. Yerleşim yerlerinin göreceli genel sıklığı uyluk, kalça ve kasık, %46; gövde, %18; üst ekstremite, %13; retroperitoneal, %13; ve baş ve boyun, %9'dur (7). Sarkomlar her yaştan insanda görülebilir ancak daha çok yetişkinlerde teşhis edilir. Cinsiyet oranları açısından, yumuşak doku sarkomlarının erkek ve kadınlar arasındaki yaygınlığında farklılıklar olabilir (genel olarak erkek lehine oran çok az yüksektir), ancak bu kalıpları küresel ölçekte tam olarak

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır . Çalışmamızda kadın erkek oranı sırayla; %47.7 ve %52.3 idi. Yumuşak doku sarkomlarının görülme sıklığı tipik olarak orta yaş döneminde zirve yapar ve en yüksek prevalans 50 ila 70 yaş arasındaki bireylerde görülür (8). Çalışmamızdaki 40 yaş altı %36, 40-59 yaş arası; %40, 60 yaş ve üzeri %24 tespit edildi.

Yumuşak doku sarkomları, leiomyosarkom, liposarkom ve sinovyal sarkom dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere 50'den fazla histopatolojik alt tipten oluşan çeşitli bir grubu kapsar. Bu nadir mezenkimal tümörler tüm yetişkin kanserlerinin %1'inden daha azını oluşturur ve vücuttaki çeşitli yumuşak dokulardan kaynaklanabilir. Her alt tipin farklı özellikleri, büyüme şekilleri ve tedavi seçenekleri vardır; bu da yumuşak doku sarkomlu hastaların uygun şekilde yönetilmesi için doğru histopatolojik tanıyı çok önemli hale getirir (9). Çalışmamızda en sık görülen ilk dört sıralama; malign fibröz histiositom, liposarkom, fibrosarkom ve sinovyal sarkom; %26.7, %19.8, %11.6 ve %14.0 şeklinde idi.

Literatürdeki veriler negatif cerrahi sınır elde etmenin ekstremite yumuşak doku sarkomlarında lokal kontrolü artırmak için çok önemli olduğunu göstermektedir . Bu durum, yumuşak doku sarkomları nedeniyle ameliyat edilen hastalarda sonuçları optimize etmek için ameliyat öncesi dikkatli planlamanın ve hassas cerrahi tekniklerin önemini vurgulamaktadır (10). Patrick W. O'Donnell ve ark. çalışmasında pozitif cerrahi sınırlara sahip hastalar için 5 yıllık lokal nükssüz ve nedene özgü sağkalım oranları sırasıyla %63,4 ve %59,2 olarak bulunmuştur. Bu durum, yumuşak doku sarkomlu hastalarda cerrahinin ve cerrahi sınır pozitifliğinin hem sağkalım sonuçları hem de lokal hastalık kontrolü üzerindeki etkisinin dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır (11). Çalışmamızda cerrahi sınır pozitifliği genel sağkalım ve hastalıksız sağkalımı olumsuz prognostik faktör olarak bulunmuştur.

Sarkomların ana tedavisi küratif cerrahi eksizyondur; tümör ve biyopsi traktlarını negatif normal doku sınırı ile birlikte çıkartılmalıdır (12). Yumuşak doku sarkomları genellikle amputasyon ve geniş eksizyon ile tedavi edilse de, tümör tamamen çıkarıldığı sürece uzuv koruyucu prosedürlerin lokal nüks veya sonuçları üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu gösterilmemiştir (7). Kompartman eksizyonu artık genel olarak önerilmemektedir ve tümörün çevresinde normal doku marjı ile geniş lokal eksizyon mevcut cerrahi hedeftir. Uzuv koruyucu rezeksiyonun fizibilitesi, çevre yapıların çıkarılması ile ilişkili komplikasyonlara bağlıdır (6).

Yumuşak doku kanserleri için kemoterapi yüksek dereceli sarkomları olan hastalar için önerilir. Ayrıca yüksek gradeli tümörler için birincil tedavi olarak veya nüksü önlemeye yardımcı olmak için ameliyatı takiben adjuvan olarak kullanılabilir. Büyük ve derin tümörleri

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

veya kritik bölgelerde bulunan tümörleri olan yüksek risk kategorisindeki hastaların neoadjuvan kemoterapiden fayda görmesi muhtemeldir.

Adjuvan kemoterapinin genel sağkalımı iyileştirdiğine dair ikna edici kanıtlar bulunmamaktadır. Adjuvan doksorubisin bazlı kemoterapi ile tedavi edilen yumuşak doku sarkomlu hastaların bir meta-analizi, sağkalımda anlamlı bir iyileşme olmadığını göstermiştir (13). Rezeke edilmiş primer yumuşak doku sarkomları için adjuvan kemoterapi hala standart bir tedavi değildir. Neoadjuvan kemoterapi, rabdomiyosarkomun tedavisinde etkilidir ve bu alt tipte yüksek yanıt oranları görülür. Diğer histolojik alt tipler için neoadjuvan kemoterapinin rolü tartışmalıdır. Neoadjuvan kemoterapi, sarkomun tedaviye verdiği yanıtı ve prognozu yönlendirebilir. Ancak neoadjuvan kemoterapinin yan etkileri ve ilerlemeyi tetikleyebilme riski vardır. Kemoterapi ajanları arasında doksorubisin ve ifosfamid yaygın olarak kullanılır. Neoadjuvan kemoterapi kullanımıyla ilgili veriler, küçük retrospektif serilerden ve az sayıda randomize kontrollü çalışmadan gelmektedir (6).

Radyoterapinin yüksek riskli yumuşak doku sarkomlarında lokal kontrol oranlarını iyileştirdiği gösterilmiştir. Nüks riskini azaltır ve başarılı tedavi olasılığını artırır. Neoadjuvan ve adjuvan radyoterapi, ekstremite yumuşak doku sarkomu hastalarında lokal nüks riskini önemli ölçüde azaltır ve genel sağkalım oranlarını iyileştirir (14). Radyoterapi zamanlaması, bireyselleştirilmiş tedavi planlarına duyulan ihtiyacı vurgulayarak sonuçları etkilemektedir. Ameliyat sonrası radyasyonun 4 ay veya daha fazla gecikmesi, daha düşük lokal hastalık kontrolü ile ilişkilidir ve daha iyi sonuçlar için zamanında uygulamanın önemini vurgulamaktadır (15). Çalışmamızda radyoterapi dozu veya RT gecikmesi sağkalım ve lokal kontrol üzerine etkili faktör olarak bulunmadı. Radyoterapi almayan hasta grubu ile karşılaştırma yapılması ve eski radyoterapi yöntemlerinin kullanılmış olması, çalışmanın retrospektif olması çalışmanın limitasyonları olarak kabul edilebilir.

Radyasyon, yumuşak doku sarkomlarının lokal nüksünü azaltmak için etkili bir tedavi olabilir. Adjuvan radyoterapi alan hastalarda nüks oranı düşükken, uzuv koruyucu cerrahi tek başına daha yüksek bir nüks oranına sahip olabilir. Adjuvan radyoterapinin sağkalım üzerinde bir etkisi olmadığı görülmüştür(6). Yüksek dereceli lezyonlar, >5 cm düşük dereceli lezyonlar veya pozitif sınırlar için radyasyon tedavisi önermektedir (6). Reeksizyon yapılan hastalar da adjuvan radyoterapi almalıdır. Preoperatif radyasyon, daha konservatif cerrahi tedaviye olanak sağlayabilir. Ameliyat öncesi radyoterapinin yara komplikasyonlarını artırabileceği belirlenmiştir. Preoperatif ve postoperatif radyoterapi arasında karar verirken, cerrahi prosedürün türü, yara kapanması ve gerginliği, ameliyat yatağının genişliği, negatif sınır elde

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

etme olasılığı ve sarkomun derecesi göz önünde bulundurulmalıdır. Ancak her durumda radyoterapi kullanımının avantajları ve dezavantajları değerlendirilmelidir.

SONUÇ

Sonuç olarak, bu çalışmada postoperatif radyoterapi uygulanan yumuşak doku sarkomlu hastaları değerlendirdiğimizde, histolojik gradin hem genel sağkalım hem de hastalıksız sağkalım açısından çok değişkenli analizde anlamlılığını koruduğunu, cerrahi sınır negatifliğinin ise tüm paremetreler için tek değişkenli analizde önemini koruduğu ancak sadece lokal kontrol için de çok değişkenli analizde en önemli prognostik faktör olduğunu gösterdik.

REFERANSLAR

1. Karakousis CP, Perez RP. Soft tissue sarcomas in adults. CA: a cancer journal for clinicians. 1994;44(4):200-10.
2. Ferrari A, Sultan I, Huang TT, Rodriguez-Galindo C, Shehadeh A, Meazza C, et al. Soft tissue sarcoma across the age spectrum: a population-based study from the Surveillance Epidemiology and End Results database. Pediatric blood & cancer. 2011;57(6):943-9.
3. Penel N, Grosjean J, Robin YM, Vanseymortier L, Clisant S, Adenis A. Frequency of certain established risk factors in soft tissue sarcomas in adults: a prospective descriptive study of 658 cases. Sarcoma. 2008;2008:459386.
4. Demetri GD, Baker LH, Beech D, Benjamin R, Casper ES, Conrad EU, 3rd, et al. Soft tissue sarcoma clinical practice guidelines in oncology. Journal of the National Comprehensive Cancer Network : JNCCN. 2005;3(2):158-94.
5. Serban B, Cretu B, Cursaru A, Nitipir C, Orlov-Slavu C, Cirstoiu C. Local recurrence management of extremity soft tissue sarcoma. EFORT open reviews. 2023;8(8):606-14.
6. Steen S, Stephenson G. Current treatment of soft tissue sarcoma. Proceedings (Baylor University Medical Center). 2008;21(4):392-6.
7. Nedea EA, DeLaney TFJHOC. Sarcoma and skin radiation oncology. 2006;20(2):401-29.
8. Cosci I, Del Fiore P, Mocellin S, Ferlin A. Gender Differences in Soft Tissue and Bone Sarcoma: A Narrative Review. Cancers. 2023;16(1).
9. Katz D, Palmerini E, Pollack SM. More Than 50 Subtypes of Soft Tissue Sarcoma: Paving the Path for Histology-Driven Treatments. 2018(38):925-38.
10. Yildiz C, Erler K, Bilgiç S, Ateşalp AS, Başbozkurt M. [The effects of surgical margins on local control and survival in extremity soft tissue sarcomas]. Acta orthopaedica et traumatologica turcica. 2003;37(5):359-67.
11. O'Donnell PW, Griffin AM, Eward WC, Sternheim A, Catton CN, Chung PW, et al. The effect of the setting of a positive surgical margin in soft tissue sarcoma. 2014;120(18):2866-75.
12. Cheng EYJHOC. Surgical management of sarcomas. 2005;19(3):451-70.
13. Eilber FC, Eilber FR, Eckardt J, Rosen G, Riedel E, Maki RG, et al. The impact of chemotherapy on the survival of patients with high-grade primary extremity liposarcoma. Annals of surgery. 2004;240(4):686-95; discussion 95-7.

ISBN NR: 978-625-5962-02-7

14. Andrä C, Rauch J, Li M, Ganswindt U, Belka C, Saleh-Ebrahimi L, et al. Excellent local control and survival after postoperative or definitive radiation therapy for sarcomas of the head and neck. 2015;10:1-7.
15. Schwartz DL, Einck J, Hunt K, Bruckner J, Conrad E, Koh WJ, et al. The effect of delayed postoperative irradiation on local control of soft tissue sarcomas of the extremity and torso. International journal of radiation oncology, biology, physics. 2002;52(5):1352-9.