

PROCEEDING BOOK



KONYA
15 - 17 ARALIK 2023

SELÇUK 9. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ



IAS JOURNAL
ijasjournal.com



IJMHSS
INTERNATIONAL JOURNAL OF
MEDICAL, HEALTH AND SPORT
SCIENCES



ESTD 2022
JOURNAL OF ADVANCES IN ENGINEERING,
ARCHITECTURE AND MATHEMATICS
www.jaeamjournal.com



ULUSLARARASI İLAHİYAT
ARAŞTIRMALARI DERGİSİ
www.fatihyildiz.com

ISBN: 978-625-6830-66-0



SELCUK 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
DECEMBER 15 - 17, 2023
KONYA

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. 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: Dr. Öğr. Üyesi Naci Büyükkaracığan

Organizing Committee Member: Dr. Öğr. Üyesi Mehdi Meskini Heydarlou

Organizing Committee Member: Aynur Əliyeva

Organizing Committee Member: 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 responsible both ethically and juridically.

Academy Global-2022 ©

Issued: 28.12.2023

ISBN: 978-625-6830-66-0

CONFERENCE ID

SELCUK 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE

DECEMBER 15 - 17, 2023

KONYA

ORGANIZATION

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS

EVALUATION PROCESS

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

PARTICIPATING COUNTRIES

**Turkey –Malaysia. United Arab Emirates - United States- Israel- Spain – Japan-
Nigeria- Poland- Algeria- India- Sweden- Italy- Ghana- UK- Iran- Egypt- China-
Kazakhstan- Indonesia- Lebanon- RA- Bangladesh- Azerbaijan- Philippines- México-
West Africa- Cameroon- Pakistan- Nepal- Lithuania- France- Thailand- Croatia-
Hungary- Eritrea- Portugal- Morocco- Bulgaria- Belarus- Australia- Georgia- Maldives.
Ukraine – Germany – Greece – Russia – Tajikistan - Iraq**

PRESENTATION

Oral presentation

ASSOCIATION & ACADEMIC INCENTIVES :

**99 Papers From Turkey And 160 Papers From Other Countries have been presented
in the conference**

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

LANGUAGES

Turkish, English, Russian, Persian, Arabic

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 - Türkiye

Prof. Dr. Naile BİLGİLİ - Türkiye

Prof. Dr. Başak HANEDAN - Türkiye

Prof. Dr. Asım KART - Türkiye

Dr. Öğretim Üyesi Büşra YARANOĞLU - Türkiye

Dr. Öğretim Üyesi İsmail Hakkı TEKİNER - Türkiye

Doç. Dr. Şeyma ÇALIŞKAN ÇAVDAR - Türkiye

Dr. Maha Hamdan ALANAZİ - Saudi Arabia

Aynurə Əliyeva - Azerbaijan

Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV - Kazakhstan

Doç. Dr. Abdulsemet AYDIN – Türkiye

Doç. Dr. Nurhan AYDIN - Türkiye

Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN - Türkiye

Dr. Amina Salihi BAYERO – Nigeria

Prof. Dr. Ali BİLGİLİ - Türkiye

Dr. Baurcan BOTAKARAEV - Kazakhstan

Doç. Dr. Seher DİRİCAN - Türkiye

Dr. Ahmad Sharif FAKHEER - Jordania

Doç. Dr. Abbas GHAFFARI – Iran

Dr. Gültekin GÜRÇAY - Türkiye

Dr. Ahmet GÜMÜŞ - Türkiye

Prof. Dr. Gulzar İBRAGİMOVA - Azerbaijan

Doç. Dr. Dilorom HAMROEVA - Uzbekistan

Dr. Dody HARTANTO - Indonesia

Dr. Cihandar HASANHANOĞLU – Türkiye

Dr. Mehdi Meskini HEYDALOU – Iran

Prof. Dr. Həcər Hüseynova - Azerbaijan

Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA - Kazakhstan

Dr. Keles Nurmaşılı JAYLIBAY - Kazakhstan

Dr. Mamatkuli JURAYEV – Uzbekistan

Dr. Kalemkas KALIBAEVA – Kazakhstan

Dr. Bouaraour KAMEL – Algeria

Prof. Dr. Hülya Çiçek KANBUR - Türkiye

Doç. Dr. Tüba KARAHİSAR - Türkiye

Doç Dr. Mehmet KAYA – Türkiye

Doç. Dr., İradə Kərimova - Azerbaijan

Prof. Dr. Emine KOCA – Türkiye

Prof. Dr. Fatma KOÇ - Türkiye

Doç. Dr. F. Gül KOÇSOY - Türkiye

Prof Dr. Bülent KURTİŞOĞLU - Türkiye

Doç Dr. Elif AKPINAR KÜLEKÇİ - Türkiye

Sonali MALHOTRA - India

Dr. Alia R. MASALIMOVA - Kazakhstan

Prof. Muntazir MEHDI - Pakistan

Dr. Amanbay MOLDIBAEV - Kazakhstan

Doç. Dr. Yaprak I. OZDEMIR - Türkiye

Assist. Prof. K. R. PADMA – India

Doç. Dr. Sevinc Sadıqova - Azerbaijan

Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ - Türkiye

Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Kazakhstan

Doç. Dr. Işık SEZEN - Türkiye

Doç. Dr. Könül Səmədova - Azerbaijan

DR. Bhumika SHARMA - India

Prof. Dr. Sibel SİLİCİ - Türkiye

Dr. Gulşat ŞUGAYEVA – Kazakhstan

Prof. Dr. Dwi SULISWORO – Indonesia

Assoc. prof. Ivaylo STAYKOV, Bulgaria

Doç. Dr. Mine GÖZÜBÜYÜK TAMER - Türkiye

Doç. Dr. Yeliz KINDAP TEPE - Türkiye

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 - Türkiye

Prof. Dr. Raihan YUSOPH -Philippines

Prof. Dr. Akbar VALADBIGI - Iran

Dr. Yang ZITONG – China

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
December 15 - 17, 2023
Konya

Join Zoom Meeting

<https://us02web.zoom.us/j/88193707664?pwd=MEZBL3M0SlArNWVsMjV0YUJkR3lIQ T09>

Meeting ID: 881 9370 7664

Passcode: 123456



ÖNEMLİ AÇIKLAMA (Lütfen okuyunuz)

- ZOOM bağlantısı için yukarıda verilen bağlantıyı veya yine yukarıda verilen giriş bilgilerini kullanabilirsiniz.
- **Oturum içerisinde en KIDEMLİ olan katılımcı, moderatör 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 aşılmasını moderatörler temin edecektir.
- Sunum sonrası 5 dakikayı geçmeyen soru-cevap, tartışma süresi verilmektedir.
- 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 söz konusu 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.
- Sunumlar kaydedilmekte ve muhafaza edilmektedir.

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,

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Assist. Prof. Dr. İbrahim Halil GÜZEL	1	LİBERAL DÜNYA DÜZENİNDE BATILI GÜÇLERİN İNSAN HAKLARI KARNESİ: TEORİK BİR DEĞERLENDİRME	Doktor Öğretim Üyesi, Seda Gözde Tokatlı
		2	DETENTION OF THE MIGRANTS AND ROLES OF SOCIAL WORKERS IN DETENTION CENTERS	Dr, Ezgi ARSLAN ÖZDEMİR
		3	Monumental Tree Potential of Two Brother Plane Trees in Boğazköy (Karacabey, Bursa)	Ali İmamoğlu
		4	Land Use and Human Pressures in Kocaçay Basin Flooded Forests	Ali İmamoğlu
		5	TÜRKİYE’DE CİNSİYET FAKTÖRÜNÜN KADINLARIN YAŞAMLARI ÜZERİNE YANSIMALARI	Dr., Murat SARI
		6	MAPPING ACADEMIC RESEARCH ON WOMEN’S POVERTY: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS USING VOSVIEWER	Doç.Dr., İsmail DÖNMEZ Öğr. Gör. Dr. Kenan ÖZMEN
		7	EVALUATION OF THE CHERRY HARVEST FESTIVAL IN GAZİANTEP IN THE CONTEXT OF RURAL DEVELOPMENT	Doktora Öğrencisi Feray TOPCU Doç. Dr. Nadire KARADEMİR
		8	ANALYSIS OF THE GOLDSMİTHRY SECTOR IN KAHRAMANMARAŞ ON THE AXIS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT	Doç. Dr. Nadire KARADEMİR Doktora Öğrencisi Feray TOPCU
		9	SOCIAL POLICIES IN HIGH-SCALE PLANS: SOCIAL POLICIES IN THE FIRST AND SECOND FIVE-YEAR DEVELOPMENT PLANS	Assist. Prof. Dr. İbrahim Halil GÜZEL
		10	HUMAN RIGHTS IN INTERNATIONAL REGULATIONS	Assist. Prof. Dr. İbrahim Halil GÜZEL

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Asst. Prof. Nurkan YILMAZ	1	Examination of Jumping Performances of Sedentary Boys Receiving Basketball Training	Asst. Prof. Nurkan YILMAZ
		2	Examining the Effect of Pre-Adolescent Training on Balance Skills	Asst. Prof. Nurkan YILMAZ
		3	Dopingle Mücadeleye Yönelik Eğitim Faaliyetlerinin İncelenmesi	Dr. Faik Orhun TAPŞIN Dr. Öğr. Üyesi Nur KOÇ DOĞAN
		4	COMPARISON OF SPORTS MANAGEMENT STRUCTURE: THE EXAMPLE OF TURKEY-AUSTRIA	Yunus İNAN Doç. Dr. Şakir TÜFEKÇİ Doç. Dr. Yalın AYGÜN
		5	COMPARISON OF SPORTS MANAGEMENT STRUCTURE: THE EXAMPLE OF TURKEY- SWEDEN	Yunus İNAN Doç. Dr. Şakir TÜFEKÇİ Doç. Dr. Yalın AYGÜN
		6	COMPARISON OF THE SPORTS MANAGEMENT STRUCTURE OF TURKEY AND THE SPORTS MANAGEMENT STRUCTURE OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA	Mehmet YAYLACI Doç. Dr. Şakir TÜFEKÇİ Doç. Dr. Yalın AYGÜN
		7	COMPARISON OF SPORTS MANAGEMENT STRUCTURE: THE EXAMPLE OF TURKEY- RUSSIA	Mehmet YAYLACI Doç. Dr. Şakir TÜFEKÇİ Doç. Dr. Yalın AYGÜN

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Doç. Dr. Cihan Kürkçü	1	A SCENARIO-BASED SOLUTION APPROACH FOR A STOCHASTIC CAPACITATED LOT SIZING PROBLEM WITH LIMITED INVENTORY	Asst. Prof. Duygu TAŞ KÜTEN
		2	MANN-KENDALL VE YENİLİKÇİ ŞEN TREND ANALİZİ İLE METEOROLOJİK KURAKLIK ANALİZİ	E. Dilek TAYLAN Tahsin BAYKAL Özlem TERZİ
		3	Yb-Bazlı Yarı Heusler Alaşımının Yapısal, Elektronik, Mekanik ve Fonon Spektrum Özelliklerinin Teorik Olarak İncelenmesi	Doç. Dr. Cihan Kürkçü Doç. Dr. Abdullah Candan
		4	TAM HEUSLER Li 2 MgSb BİLEŞİĞİNİN TEMEL FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE İLK PRENSİPLER ÇALIŞMASI	Doç. Dr. Abdullah Candan Doç. Dr. Cihan Kürkçü
		5	MOBİLYA VE LEVHA İŞLETMELERİNİN ÜRETİM SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE BİR YÖNTEM OLARAK SÜRDÜRÜLEBİLİR DEĞER AKIŞI HARİTALAMA (sür-DAH)	Dr. Öğr. Üyesi, Ahmet Bora KIRKLIKÇI
		6	A Novel Flexible Electrochemical Sensor for Escherichia Coli Pathogen Detection	M.Sc., Orkun ZIYLAN Dr., Mustafa ERKARTAL Prof. Dr., Unal SEN Assoc. Prof., Aytekin UZUNOĞLU

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Doç. Dr. Mehmet Nuri KARDAŞ	1		
		2	İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENİ ADAYLARININ SÖZEL PROBLEM ÇÖZÜM ÖĞRETİMİ İLE İLGİLİ YAKLAŞIMLARI	Kübra Pak VARLI Prof. Dr. Çiğdem KILIÇ
		3	İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ SÖZEL PROBLEM ÖĞRETİM ZORLUĞU SEBEPLERİ İLE İLGİLİ GÖRÜŞLERİ	Kübra Pak VARLI Prof. Dr. Çiğdem KILIÇ
		4	ÖĞRETMEN ADAYLARININ ELEŞTİREL DÜŞÜNME TUTUMLARI VE MEDYA OKURYAZARLIK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ	Prof. Dr. Sabri SİDEKLİ Arş. Gör. Dr. Sedat ALTINTAŞ
		5	SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ KİTAP OKUMA ALIŞKANLIĞINA YÖNELİK TUTUMLARININ İNCELENMESİ	Prof. Dr. Sabri SİDEKLİ Arş. Gör. Dr. Sedat ALTINTAŞ
		6	EXAMINING THE VIEWS OF ELL AND ELT PREP STUDENTS REGARDING HOW EXTRAMURAL ACTIVITIES AFFECT LANGUAGE AND SELF-REGULATION DEVELOPMENT	Yüksek Lisans Öğrencisi, Rahşan KARABULUT
		7	CHALLENGES AND BENEFITS OF THE FLIPPED LEARNING MODEL IN EFL: The Case of Turkish EFL Learners	Ayşenur YILDIRIM EROĞLU Sevim İNAL
		8	Exploring the Sense of Self-Efficacy of Turkish Pre-Service EFL Teachers	Emel Nur Er Sevim İnal
		9	A REVIEW ON THE COMPLIANCE OF ARTICLES PUBLISHED IN THE FIELD OF SPEAKING TRAINING WITH ACADEMIC TEXT WRITING PRINCIPLES	Ayşe KANAT Doç. Dr. Mehmet Nuri KARDAŞ
		10	A REVIEW ON TRENDS OF ARTICLES PUBLISHED IN THE FIELD OF SPEAKING TRAINING	Ayşe KANAT Doç. Dr. Mehmet Nuri KARDAŞ

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Prof. Dr. Mehmet Gökhan GENEL	1	MİLLİYETÇİLİK BAĞLAMINDA GÜZ SANCISI FİLMİNİN ANALİZİ	Öğretim Görevlisi Eylem Dana Usta
		2	CRAVING FOR ENJOYMENT: A CONCISE REVIEW OF SOCIAL MEDIA FOOD PHOTO SHARING BEHAVIOR AND A CONCEPTUAL MODEL	Assoc.Prof.Dr. Fatih ŞAHİN
		3	EDGE OF CUSTOMER EXPERIENCE: QUALITATIVE RESEARCH ON VIRGIN GALACTIC'S SPACE TOURISTS	Assoc.Prof.Dr. Fatih ŞAHİN
		4	A STUDY ON THE TYPES OF ACCOUNTS FOLLOWED BY SOCIAL MEDIA USERS	Dr. Öğr. Üyesi Feryat ALKAN
		5	CONFUSION OF THE CONCEPTS OF DATA, INFORMATION AND INFORMATION AND ITS REFLECTIONS IN NEW MEDIA	Prof. Dr. Mehmet Gökhan GENEL Alev Derya KARAKAYA
		6	RELIABILITY OF NEWS IN NEW MEDIA PLATFORMS	Prof. Dr. Mehmet Gökhan GENEL Alev Derya KARAKAYA
			KENT PARKLARININ LOKASYONU VE MEKAN KALİTESİ ARASINDAKİ İLİŞKİSİ: KIRŞEHİR TABİAT PARKI VE MASAL PARK ÖRNEKLERİ ÜZERİNDEN KARŞILAŞTIRMALI BİR İNCELEME	Arş. Gör., Albeniz Tuğçe EZME GÜRLEK Lisans Öğrencisi, Ayşe BİÇER
			IMPACTS OF THE COVID-19 PANDEMIC FOR URBAN WISHES IN SMALL ANATOLIAN CITIES: THE CASE OF KIRŞEHİR, TURKEY	Albeniz Tuğçe EZME GÜRLEK
		7	DOĞAL AFETE MARUZ KALAN BİREYLERİN YENİ İLETİŞİM MECRALARINI KULLANIMI VE AFET BİLGİSİ DÜZEYLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	Süleyman ATEŞ Doç. Dr. Mustafa İNCE
		8	KULLANICILARIN SOSYAL MEDYADA MOTİVASYON ARAYIŞLARI ÜZERİNE BİR ANALİZ	Doç. Dr. Mustafa İNCE

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Prof. Dr. Umut KARABULUT	1	PERSONALITY TRAITS OF SULTAN ALP ARSLAN AS AN EXAMPLE OF A CHARISMATIC RULER	Assoc. Prof. Dr Mehmet Ali KAPAR
		2	KARAMAN AND KARAMANOĞULLARI ACCORDING TO ŞEHABEDDİN B. FAZLULLAH AL-ÖMERİ'S MASÂLIQ AL-EBSAR Fİ MEMÂLIQ AL-EMSÂR	Assoc. Prof. Dr Mehmet Ali KAPAR
		3	TARİHSEL SÜREÇTE TÜRK KÖY YAPILANMASI ve 442 SAYILI KÖY KANUNU	Kadir PETEK
		4	KADIN BAKIŞINDAN REJİM DEĞİŞİKLİĞİ: RESSAM NACİYE NEYYAL'İN HATIRALARINDA MEŞRUTİYETİN İLANI VE GÜNLÜK HAYATTA YANSIMALARI	Doç. Dr. Sezen Karabulut
		5	SENİHA SAMİ (Moralı) ve HATIRALARI	Doç. Dr. Sezen Karabulut
		6	MÜTTEFİKLERİN BOZULAN PLANLARI VE TÜRKİYE'DE YENİ DÜZEN, MUDANYA KONFERANSI GÜNLERİNDE AMERİKAN BASINI VE TÜRK-YUNAN MESELESİ	Prof. Dr. Umut KARABULUT

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Doç. Dr. Nurten KIMTER	1	ANALYSIS OF THE VALUES PSYCHOLOGY IN THE CONTEXT OF THE “ÖMÜR DEDİĞİN” PROGRAM	Büşra ARSLANBEY Doç. Dr. Nurten KIMTER
		2	SAĞLIK HİZMETLERİNDE MANEVİ DANIŞMANLIK VE REHBERLİK	Yüksek Lisans Öğrencisi, Abdüssamet CİNGÖZ
		3	KUR’AN’DA SABIR VE TEVEKKÜL	FATMA ÖZDİL
		4	A STUDY ON ETHICAL VALUES PROPENSITY AMONG UNIVERSITY STUDENTS	Serdar YILMAZ DOÇ. DR. Nurten KIMTER
		5	KUR’AN KURSU ÖĞRENCİLERİNİN KAYGI DÜZEYLERİ VE KİŞİLİK YAPILARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ: İSTANBUL ÖRNEĞİ	Muhammed Celal ŞAHİN

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Doç. Dr. Yakup ASLAN	1	BİST SİGORTA ENDEKSİ İLE SİGORTA PRİMLERİ ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİSİ	Dr. Öğr. Üyesi, M. Hadin ÖNER
		2	ACCOUNTING OF BIOLOGICAL ASSETS WITHIN THE SCOPE OF THE STANDARD FOR AGRICULTURAL ACTIVITIES (TAS 41)	Doç. Dr., Servet SAY
		3	PROFESSIONAL SKEPTICISM IN ACCOUNTING AUDITING	Doç. Dr. Yakup ASLAN
		4	CARBON ACCOUNTING IN A SUSTAINABILITY PERSPECTIVE	Doç. Dr. Yakup ASLAN
		5	MERSİN İLİNDE ÇİFTÇİLERİN RİSK TOLERANSI VE FİNANSAL OKURYAZARLIK DÜZEYİ: BİR ALAN ARAŞTIRMASI	Ziraat Mühendisi, Şirin HAYRAN Prof. Dr. Şinasi AKDEMİR

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Assist. Prof. Dr. İCésar Garza	1	HARNESSING THE POWER OF HUMAN INGENUITY: EXPLORING THE NATURAL MOVEMENT OF THE MIND IN PROBLEM SOLVING	Raghavi Janaswamy, Saraswathi K. Vasudev
		2	STREAMLINING THE PRODUCTION OF SCREEN-RECORDED VIDEOS: IMPLEMENTING AN E-CONTENT PRODUCING ALGORITHM	Shahad Hederman Lucy Nagoor,
		3	HARNESSING THE POWER OF ONTOLOGIES FOR SMART LEARNING IN MUSIC EDUCATION: A ROBUST FRAMEWORK FOR KNOWLEDGE ORGANIZATION AND APPLICATION	Prof. Dr. Kevin Caputo Annalina Koidl,
		4	EMPOWERING AUTONOMOUS AGENTS WITH CONSTRUCTIVIST LEARNING: A BOTTOM-UP SEQUENTIAL LEARNING ALGORITHM AND TOOLKIT	Assist. Prof. Dr Na Xiao
		5	HARNESSING THE POWER OF DEEP LEARNING FOR AUTOMATED PRODUCT IDENTIFICATION ON ASSEMBLY LINES	Dr. Paulina Pietrzyk-Kowalec
		6	EMPOWERING INDUSTRY 4.0 WITH DEEP LEARNING: ENHANCING ASSEMBLY LINE EFFICIENCY THROUGH AI-POWERED PRODUCT IDENTIFICATION	Danielle Folajimi Yetunde Shackley,
		7	ANALYZING THE PRIVATE MONETARY RETURNS OF HUMANITIES AND EDUCATION DEGREES IN OSUN STATE, NIGERIA	Dr. Azizeh Chalak, Firouzeh Baktash
		8	UNVEILING THE IMPACT OF E-LEARNING TOOLS ON STUDENT LEARNING: AN EXPLORATORY STUDY OF DIVERSE TECHNOLOGICAL APPLICATIONS	Delgadillo Josiel Johnson Mutigwe
		9	DYSLEXIA AND ANXIETY: A QUANTITATIVE INVESTIGATION OF THEIR INTERPLAY IN THE HIGHER EDUCATION SETTING	Charles Kinyua,
		10	DEMYSTIFYING THE ANXIETY EXPERIENCE OF DYSLEXIC COLLEGE STUDENTS: A QUANTITATIVE ANALYSIS	Yasmeen Allen Bassas, Sandra Riddell Kuebler,

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Dr. Taige Wang	1	CULTIVATING GRATITUDE FOR STRONGER RELATIONSHIPS: UNDERSTANDING THE ROLE OF PERCEIVED SUPERIORITY	Behzad Mohammadi Zirkuhi
		2	EMOTIONAL INTELLIGENCE: A CRITICAL COMPONENT FOR CIVIC ENGAGEMENT AND SCIENTIFIC DISCOVERY	Sara Moeini Avandi, Abbas Moradi Sam,
		3	UNDERSTANDING CHINESE CONSUMERS IN EUROPE: A CROSS-CULTURAL EXAMINATION OF DECISION-MAKING PROCESSES	Assoc. Prof. Dr. Ricardo Mestre
		4	NURTURING EFFECTIVE COMMUNICATION IN HEARING FAMILIES WITH DEAF CHILDREN: A COMPREHENSIVE GUIDE TO STRATEGIES AND RESOURCES	Shin'ichi Arakawa, Lecture. Dr. Tetsuya Takine, Dr. Masayuki Murata
		5	OVERCOMING CHALLENGES, UNLEASHING POTENTIAL: EMPOWERING CHILDREN WITH LEARNING DIFFICULTIE	I. Isenhardt Nariman O. Kandil, Ehab K. Abou-Elkheir,
		6	NAVIGATING THE DYNAMICS OF CONFORMITY IN HEALTHCARE: FOSTERING INDEPENDENT THINKING AND CRITICAL JUDGMENT	Prof. Dr. Hiroki Yoshikai,
		7	THE ROLE OF EYEWITNESS ACCOUNTS IN FIRE AND EXPLOSION INVESTIGATIONS: NAVIGATING THE CHALLENGES OF MEMORY AND PERCEPTION	D. Kreutzer, S. Müller-Abdelrazeq,
		8	HUMAN-AI COLLABORATION: EXPLORING THE FACTORS INFLUENCING EMPLOYEE DECISION-MAKING IN AN AI-DRIVEN ENVIRONMENT	Han-Mei Zhou, Rongxin Chen,
		9	THE EVOLVING LANDSCAPE OF WORK: HOW AI IS TRANSFORMING EMPLOYEE DECISION-MAKING AND THE NEED FOR ADAPTIVE SKILLS	Dr. Taige Wang
		10	INVISIBLE STRUGGLES: UNVEILING THE PSYCHOLOGICAL TOLL OF COVID-19 ON NON-HEALTHCARE MIGRANT WORKERS IN SAUDI ARABIA'S CONSTRUCTION INDUSTRY	Amr M. Kotb Aneta Oblouková, Eva Vitková

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 11	Prof. Dr. Rishabh Garg	1	LEVERAGING ACCELERATION DATA FOR ACCURATE MOTION ESTIMATION IN VISUAL SLAM	Pauliasi Tony Fakahau Gert Van Schalkwyk,
		2	ENGAGING ONLINE ENGLISH WORD MEMORY: EXPLORING THE IMPACT OF A DIGITAL WORD WALL	Laura A. Jones Frederick Wedzerai Nyakudya
		3	UNVEILING GENDERED PERCEPTIONS: EXPLORING TIGER METAPHORS IN CHINESE CULTURE THROUGH A CORPUS-BASED APPROACH	Chris Cloete Tori R. Dodla,
		4	IMPROVING COVID-19 ICU PROGNOSIS: UTILIZING A FINETUNED LANGUAGE MODEL ON CLINICAL NOTES	Dr. Anwar Kashgari
		5	IMPROVING COVID-19 ICU PROGNOSIS: UTILIZING A FINETUNED LANGUAGE MODEL ON CLINICAL NOTES	Evisa Mitrou, Nicholas Tsitsianis, Supriya Zhang Lei Shinde,
		6	LEVERAGING NAIVE BAYES FOR SENTIMENT ANALYSIS: IDENTIFYING FAKE HEALTH NEWS	Assoc. Prod. Dr. Tingting Xu, Dr. Zhenyu Yan,
		7	BEYOND UNIFORM CONVERGENCE: EXPLORING LEARNABLE PROBLEMS WITH DIVERSE DISTRIBUTIONS	Jun Brooks Roger He,
		8	LEVERAGING BERT FOR SENTIMENT ANALYSIS IN FINANCIAL SOCIAL MEDIA	Dr. Andreas Ahrens, Ojaras Assis. Prof. Dr. Purvinis Jelena Žašcerinska
		9	1SOCIAL MEDIA AS A MULTILINGUAL PLAYGROUND: CROSS-CORPUS NATIVE LANGUAGE IDENTIFICATION WITH 'REDDIT'	Prof. Dr. Rishabh Garg

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 12	Dr. Daniella Kucsma	1	PUHR(I)PUHR: UNCOVERING THE MEANING OF 'SON'S SON' AT THE SHAHPUHR INSCRIPTION AT HAJI-ABAD	Helena Costa Oliveira, Carmem Oliveira,
		2	SONIC IMPRESSIONS: EXPLORING ART, PERCEPTION, AND COMPOSITION IN SOUNDSCAPES	Ienda Minguito, Jenith Banluta R. Berglund,
		3	BUILDING A THEORETICAL FOUNDATION FOR ASSESSING LANGUAGE LEARNING APPS	T. Backström, M. Bellgran Ayman El-Garem, Riham Adel
		4	MULTI-CHANNEL GRAPH CONVOLUTIONAL NETWORKS FOR ENHANCED ASPECT-LEVEL SENTIMENT ANALYSIS	Mohammed Sani Abdulai Micheli Anna Paola,
		5	ENHANCING SENTIMENT CLASSIFICATION OF ARABIC TWEETS WITH DIALECT-AWARE SUPPORT VECTOR MACHINES	Dr. Intrisano Maria Assis. Prof. Dr. Calce Anna Carmelo,
		6	MOTIVATING THE JOURNEY: UNVEILING THE DRIVES AND CONTEXT OF LANGUAGE LEARNING	Dr. Rita Moutinho
		7	UNLOCKING THE SCIENCE OF IMPROVISATION: A DEEP DIVE INTO MANODHARMAM IN CARNATIC MUSIC	Dr. Daniella Kucsma
		8	CONTRASTING AFFRICATION: A COMPARATIVE ANALYSIS OF INITIAL CONSONANTS IN CHINESE AND SLOVAK	Arkaprabha Bhattacharyya, Makarand Hastak

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 13	Assist. Prof. Dr. Timothy Graziano,	1	IMAGE RANKING FOR EFFICIENT OBJECT LABELING IN DETECTION MODEL TRAINING	Khashayar Jafari Kaliji
		2	DELVING INTO THE DIGITAL MIND: DECIPHERING POLITICAL PSYCHOLOGY THROUGH MICROBLOGS	Tarek Abdel Azim Ahmed,
		3	A SURREALIST LANDSCAPE: DECONSTRUCTING NEOLIBERALISM THROUGH CRITICAL PEDAGOGY AND SURREALISM IN SECONDARY ENGLISH LANGUAGE ARTS	Assist. Prof. Dr Timothy Graziano, Jay Fisher
		4	HARNESSING MACHINE LEARNING FOR AUTOMATED ARABIC SYNTAX CORRECTION: INTRODUCING TIBYAN	Haruka Yamashita Mary Jane B. Suarez Ethan Shafer,
		5	VISUAL PROGRAMMING TO CODE: DEEP LEARNING FOR PROGRAM SYNTHESIS FROM FLOWCHART IMAGES	Prof. Dr. Talat Sharafat Rehmani, Phd. Safia Mirza Dr. Hironori Karachi,
		6	DEEP LEARNING FOR MALAY SPEECH RECOGNITION: A NEURAL NETWORK APPROACH	Assis. Prof. Dr. Asif Mansoor,
		7	EXPLORING THE CHALLENGES FACED BY IRAQI EFL UNDERGRADUATES IN FORMING ENGLISH NUMBER WORDS: A DESCRIPTIVE STUDY	Dr: Eman Sarhan Shaker Dr. Elda Maria Ali Shah,
		8	EXPLORING THE PRODUCTION OF GRAMMATICAL COLLOCATIONS BY IRAQI EFL UNIVERSITY STUDENTS	PHD. Hironori Karachi,

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 14	Assoc. Prof. Dr. Mariann Veresne Somosi,	1	SHAPING THE FUTURE OF HEALTHCARE: FOSTERING A NEW GENERATION OF BILINGUAL PHYSICIANS	Assoc. Prof. Dr. Mariann Veresne Somosi,
		2	COMPUTATIONAL LINGUISTICS IN DETECTING DECEPTION: ANALYZING DECEPTIVE AND TRUTHFUL SPEECH	David W. Farler, Perry Haan
		3	ASSESSING TEXTUAL SEMANTIC SIMILARITY THROUGH WORDNET	Krisztina Varga
		4	QUANTIFYING GROUP EMOTIONAL INTELLIGENCE: A WEIGHTED APPROACH INTEGRATING ROLE INFORMATION	Dr. Zoltan Nagy, PHD: Candidate Edlira Donefski,
		5	EXPLORING UVULAR VARIATION IN HASAWI ARABIC: A HARMONIC SERIALISM ANALYSIS	Tina Donefski Wan-I Lee, Nelio Mendoza Figueredo
		6	STRATEGIC ANALYSIS FOR SOLAR ENERGY IN EGYPT BY 2035 USING DYNAMIC BAYESIAN NETWORK	Sabina Akter, Dr. Osiris Valdez Banda, Dr. Pentti Kujala, Jani Romanoff
		7	UNVEILING ARCHITECTURAL TYPOLOGIES THROUGH THE LENS OF AFFORDANCE	Dr. Pentti Kujala, Jani Romanoff
		8	END-TO-END LEARNING FOR PROGRAM GENERATION: A GRAPH RECOGNITION-BASED APPROACH FOR FLOWCHARTS	Anod H. Alhazmi, Hanaa A. Yamani

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator			Authors
SALON 15	Assist. Prof. Dr. D. Kubiliute	1	ANGIOGRAPHIC EVALUATION OF ETT (TREADMILL) POSITIVE PATIENTS IN A TERTIARY CARE HOSPITAL OF BANGLADESH	Syed Dawood Md. Taimur, Saidur Rahman Khan, Farzana Islam
		2	PROTECTIVE EFFECT OF SAPONIN EXTRACT FROM THE ROOT OF GARCINIA KOLA (BITTER KOLA) AGAINST PARACETAMOL- INDUCED HEPATOTOXICITY IN ALBINO RATS	Yemisi Rufina Alli Smith, Isaac Gbadura Adanlawo
		3	EVALUATION OF SALIVARY NICKEL LEVEL DURING ORTHODONTIC TREATMENT	Mudafara S. Bengleil, Juma M. Orfi, Iman Abdelgader
		4	A STUDY OF CARDIO PULMONARY CHANGES DURING UPPER GASTROINTESTINAL ENDOSCOPY	Sharan Badiger, Prema T. Akkasaligar, P. Amith Kumar
		5	THE ROLE OF IDENTIFICATIONS IN WOMEN PSYCHOPATHOLOGY	Mary Gouva, Elena Dragioti, Evangelia Kotsotsiou
		6	A REVIEW OF PHARMACOLOGICAL PREVENTION OF PERI- AND POST-PROCEDURAL MYOCARDIAL INJURY AFTER PERCUTANEOUS CORONARY INTERVENTION	Assis. Prof. Dr. Syed Dawood Md. Taimur, Md. Prof. Dr. Hasanur Rahman, Syeda Fahmida Afrin, Farzana Islam
		7	AN EMPIRICAL MODE DECOMPOSITION BASED METHOD FOR ACTION POTENTIAL DETECTION IN NEURAL RAW DATA	Sajjad Farashi, Assoc. Prof. Dr. Mohammadjavad Abolhassani, Mostafa Taghavi Kani
		8	THE ORIGIN, DIFFUSION AND A COMPARISON OF ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS NUMERICAL SOLUTIONS USED BY SIR MODEL IN ORDER TO PREDICT SARS-COV-2 IN NORDIC COUNTRIES	Assis. Prof. Dr. Gleda Kutrolli, Assis. Prof. Dr. Maksi Kutrolli, Etjon Meco
		9	TUBERCULOSIS MODELLING USING BIO-PEPA APPROACH	Dalila Hamami, Baghdad Atmani
		10	POSSIBLE ROLE OF POLYAMINE ON TUMOR SPREAD AFTER SURGICAL TRAUMA	prof. Dr. Kuniyasu Soda

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 16	Prof. Dr. Yaritza Sugunathevan	1	NAVIGATING THE LABYRINTH: CHALLENGES AND OBSTACLES IN TRANSFERRING LOW-COST HOUSING IN SOUTH AFRICA	Christiana Gauci-Sciberras Ashwag O. Maghraby, Nida N. Khan,
		2	UNLEASHING THE POWER OF INFORMATION: STRATEGIES FOR OPTIMIZING KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEMS	Jawaher S. Melibari Lin Cheng, Zijiang Yang
		3	BRIDGING THE GAP: GENDER, RESOURCES, AND ENTREPRENEURIAL SUCCESS	Hosnia N. Brohi, Ghufran A. Ahmed, Hind F. Assouli,
		4	UNVEILING THE ROI OF BIG DATA: A COMPARATIVE ANALYSIS OF FINANCIAL PERFORMANCE FOR USERS AND PROVIDERS	Meaghan Bowman
		5	TAILORED FOR ENGAGEMENT: OPTIMIZING EMAIL MARKETING WITH REINFORCEMENT LEARNING	Dr. Adnan Z. Mkhelif
		6	UNPACKING THE CUSTOMER-SERVER DANCE: A BREAKDOWN OF GROCERY SHOP INTERACTIONS	Ms. Student Siyu Ward PHD. IectureAnthony Wang,
		7	UNPACKING THE CUSTOMER-SERVER DANCE: A BREAKDOWN OF GROCERY SHOP INTERACTIONS	Ahmed Al Taisan Huda
		8	UNLEASHING THE POWER OF TRADE FINANCE: EXPLORING ETHEREUM-BASED SMART CONTRACT SOLUTIONS	Edith M. Matos, Ángel Esparza-Young,
		9	OPTIMIZING RELIEF OPERATIONS: LOCATION SELECTION AND RESOURCE ESTIMATION FOR RELIEF GOODS ASSEMBLY	Prof. Dr. Yaritza Sugunathevan Kirthana Gonzalez,

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 17	Assis. Prof. Dr. Denis Putman	1	MITIGATING PSYCHOSOCIAL RISKS FOR ENGINEERS AND TECHNICIANS: EFFECTIVE STRATEGIES FOR A HEALTHY WORKPLACE	Mathew Mitchell, Matthew Wakefield,
		2	PRODUCT INVOLVEMENT'S INFLUENCE ON CONSUMER ONLINE REVIEW USAGE: A COMPREHENSIVE ANALYSIS	Lisa McCarthy Christopher Wise,
		3	UNVEILING DIGITAL TRANSFORMATION KEY SUCCESS FACTORS: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW AND DELPHI APPROACH	Raghavi K. Vasudev
		4	UNDERSTANDING THE GHANAIAN BUDGET: FUNCTIONS, SCOPE, CATEGORIZATION, AND ALIGNMENT WITH THE CHART OF ACCOUNTS	Assis. Prof. Saraswathi Janaswamy,
		5	CROSS-NATIONAL ANALYSIS: HEALTH TOURISM'S INFLUENCE ON CORPORATE PERFORMANCE	Dr. Maria Istvanova
		6	LEVERAGING THE BALANCED SCORECARD FOR EFFECTIVE ACUTE PAIN MANAGEMENT	Falntina Abu Obeid Natheer Ahmad Alata,
		7	GAUGING KNOWLEDGE ASSETS: A REVIEW OF INTELLECTUAL CAPITAL MEASUREMENT IN THE PROPERTY DEVELOPMENT AND INVESTMENT SECTOR	Tonislav Ivanov, Oleksii Nedashkivskyi,
		8	THE BEDROCK OF PUBLIC SERVICE PERFORMANCE: MASTERING THE FUNDAMENTALS OF PERFORMANCE MANAGEMENT	Assis. Prof. Dr. Denis Putman Lecture Vadim Pinskiy, Matthew Babeshko,
		9		

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Selim Taşkaya	1	ÇİMENTOLU HARÇLARDA OLİVİN ATIĞI KULLANILMASININ FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ	İnşaat Mühendisi, Elif ZENGİN Prof. Dr.Serkan SUBAŞI Doç. Dr. Ahmet DEMİR
		2	DISTRIBUTION HIERARCHY OF LEGAL PERSON AND REAL PERSON PLOTS AT THE PARCELATION PHASE	Selim Taşkaya
		3	GÖZENEKLİ YAPILARDA DOLGU MALZEMESİ KULLANIMININ MEKANİK ÖZELLİKLERE ETKİSİNİN İNCELENMESİ	Doç.Dr., Erkan BAHÇE Gözde ERENER Dr. Öğr. Üyesi, Ender EMİR Öğr.Gör.Dr., Burak ÖZDEMİR
		4	ADAPTIVE REUSE AND CULTURAL LANDSCAPE IN THE CASE OF SEDDÜLBAHİR CASTLE OPEN AIR MUSEUM	Res. Assist. Dr. Necla Ece ÖNCÜL Res. Assist. Tuğçenur METİN PARLAK
		5	EFFECT OF CALCINED BORON WASTE ADMIXTURE ON HIGH TEMPERATURE PERFORMANCE OF CONCRETE	Research Assistant Emrah TURAN Assoc. Prof. Dr. Meral OLTULU
		6	HAM VERMİKÜLİT İKAMELİ ÇİMENTO HARCININ YÜKSEK SICAKLIK PERFORMANSININ İNCELENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi Zinnur ÇELİK Arş. Gör. Emrah TURAN Doç. Dr. Meral OLTULU
		7	KIRSAL YERLEŞMELERDE MİMARİ BOYUTUN İRDELENMESİ: ELEVİT-TROVİT YAYLALARI	Dr.Öğr.Üyesi, Birgül ÇAKIROĞLU Doç.Dr.Reyhan AKAT Dr. İsmail Raci BAYER

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Prof. Dr. Hatun Özlem GÜNEY	1	A NEW SUBCLASS OF BI-UNIVALENT FUNCTIONS CONNECTED WITH THE MILLER-ROSS-TYPE POISSON DISTRIBUTION RELATED TO GREGORY COEFFICIENTS	Prof. Dr. Hatun Özlem GÜNEY
		2	FEKETE-SZEGÖ PROBLEM FOR A SUBCLASS OF ANALYTIC FUNCTIONS ASSOCIATED WITH VAN DER POL NUMBERS	Prof. Dr. Hatun Özlem GÜNEY
		3	BARROW HOLOGRAPHIC DARK ENERGY MODEL FOR FLAT FRW UNIVERSE	Dr., Arzu AKTAŞ Doç. Dr., Sezgin AYGÜN
		4	INVESTIGATION OF THE BARROW HOLOGRAPHIC DARK ENERGY MODEL IN LYRA THEORY	Dr., Arzu AKTAŞ Doç. Dr., Sezgin AYGÜN
		5	APPROXIMATION BY A SEQUENCE OF OPERATORS DEFINED IN A MOBILE SQUARE DOMAIN	PhD student, Gürel BOZMA Assoc. Prof. Dr., Nazmiye GÖNÜL BİLGİN

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Prof. Dr. Fatma KALPAKLI	1	AHMET HAMDİ TANPINAR'IN HUZUR ROMANINDA (ULUSAL) KİMLİK	Prof. Dr. Fatma KALPAKLI
		2	PEYAMİ SAFA'NIN YALNIZIZ ROMANINDA KADIN İMGELERİ	Prof. Dr. Fatma KALPAKLI
		3	ROMANTIC MOVEMENT IN SAMİPAŞAZADE SEZAI'S NOVEL CALLED SERGÜZEŞT	Doç. Dr., Ali ALGÜL
		4	Babanzâde Ahmed Naim's Translation from Arabic Literature titled "From Ibn-i Fârız" Evaluation and Translation	Prof. Dr. Mustafa İsmail Dönmez
		5	ON THE ELEMENTS OF MEVLEVISHIP IN THE DİVAN OF NİGARİ	Doç.Dr., Bilge KARGA GÖLLÜ
		6	The Relationship between Intellectual and Moral Education in al-Ghazali's Philosophy of Education	Dr. Fatih Öztürk
		7	The Relationship between Cultural Diversity and Universal Ethical Values in Citizenship Education	Dr. Fatih Öztürk
		8	METAFİZİK VE HAYVANLARIN HAREKETLERİ ÜZERİNE KAPSAMINDA ARİSTO'NUN EYLEM KURAMI	Doç.Dr.Mehmet Akif DUMAN
		9	ARİSTOTELES'İN DİL FELSEFESİNDE POETİKADAN RETORİĞE GEÇİŞ	Doç.Dr.Mehmet Akif DUMAN

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Doç. Dr. Funda ÇOBAN	1	KARAHANLILAR DÖNEMİ EĞİTİM ÖĞRETİM FAALİYETLERİ	Doç. Dr. Mehmet ŞİMŞİR Saime BAYDUR
		2	ABBASİLER DÖNEMİ BEYTÜ'L-HİKME KURUMU VE BİLİM DÜNYASINA KATKILARI	Doç. Dr. Mehmet ŞİMŞİR Saime BAYDUR
		3	1. DÜNYA SAVAŞI ARİFESİNDE TÜRK BASININDA MUHACİR VE MÜLTECİLERİN DURUMUNA YÖNELİK BİR İÇERİK ANALİZİ	Dr. Öğr. Üyesi, Ali ÇAKIR
		4	BÜTÜNSELLİKLERE KARŞI FRAGMANLAR: POLİTİK İZDÜŞÜMLERİYLE BİR TARİH OKUMASI	Doç. Dr. Funda ÇOBAN
		5	Sözlü Tarih Uygulamalarının Teoride ve Pratikte Farklılığının Saha Deneyimlerinden Notlarla Aktarımı	Yüksek Lisans Öğrencisi, Senanur YARIŞ

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Doç. Dr., Zeynep Y. AVCI	1	WHAT DO GENRATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS PROMISE IN EDUCATION: PERCEPTIONS OF PRE-SERVICE TEACHERS	Doç. Dr., Zeynep Y. AVCI
		2	ÖZEL EĞİTİM KURUMLARINDA OKUL SONRASI FAALİYETLERDEKİ HİZMET KALİTESİ VE MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	Oğuzhan KÖSELER Doç. Dr. Emin Ahmet KAPLAN
		3	SOSYAL MEDYA BAĞIMLILIĞI İLE KİŞİLİK ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	Yüksek Lisans Öğrencisi, Raghad Kamal Ibrahim Al-Azzawı Dr. Öğr. Üyesi, Ömer Faruk ACAR 7Si iki sunumunu da yapacak.
		4	TURKISH VALIDATION OF THE HEDONIC AND EUDAIMONIC MOTIVES FOR ACTIVITIES-REVISED SCALE	Mustafa Subasi
		5	TURKISH VALIDATION OF THE MULTIDIMENSIONAL PSYCHOLOGICAL FLEXIBILITY INVENTORY-24	Mustafa Subasi
		6	LİSE ÖĞRENCİLERİNİN NOMOFOBİ DÜZEYLERİ İLE BİLİŞSEL ÇARPITMA DÜZEYLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	Uzman Psikolojik Danışman Büşra ÇAKIR Doç. Dr. Yaşar BARUT

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Dr. Maia Seturi	1	STAGNANT GDP PREDICTION: A BINARY CHOICE MODEL FOR 40 GLOBAL ECONOMIES	Dr. Laila Yasir Al-Harthy Ali H. Al-Badi
		2	ENSURING SOLID STATE DRIVE RELIABILITY: FROM PREDICTION TO CONTROL	Nazira B. Boldurukova
		3	BUILDING THE FUTURE: STRATEGIC INFRASTRUCTURE INVESTMENT FOR A THRIVING U.S. ECONOMY	Narong Kulnides
		4	LEADING THE CHARGE: EFFECTIVE LEADERSHIP STRATEGIES FOR THE ENGINEERING, TECHNOLOGY, AND CONSTRUCTION INDUSTRY	Dr. Chalernpol Tapsai
		5	UNPACKING THE TOOLBOX: A SYSTEMATIC EXAMINATION OF METHODS FOR FOSTERING SOCIAL INNOVATION	Prof. Dr. Saowapa Phaithayawat
		6	INVESTIGATING THE PROFITABILITY OF COSMETICS PRODUCTS: A BOOTSTRAP EDGEWORTH APPROXIMATION APPROACH	Aber Salem Aboalgasm, Rupert Ward
		7	UNVEILING THE IMPACT OF COVID-19 ON USER PERCEPTIONS OF MHEALTH SERVICE QUALITY	Marut Pichetvit
		8	NAVIGATING THE JOURNEY: EXPLORING CRUISE PASSENGERS' ON-BOARD EXPERIENCES	Dr. Assis . Prof. Tereza Dolečková
		9	UNLOCKING JOB GROWTH THROUGH CIRCULAR STRATEGIES: A CASE STUDY OF BRAZIL'S RECYCLING POTENTIAL	Dr. Maia Seturi

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Dr. Elham Zamiri	1	EXPLORING EMOTIONAL RESPONSES ELICITED BY IMAGES IN CHILDREN'S LITERATURE	Arafa A. Alholaisi, Jamal H. Madani, M. A. Alvi
		2	ANALYZING ONLINE SPEECH ANXIETY AND EVALUATION DISPARITIES AMONG STUDENTS	Assis. Prof. Dr. Takeshi Mano
		3	EXAMINING THE INFLUENCE OF INTRODUCTORY TECHNOLOGY COURSES ON STEM PATHWAY CHOICES	Tadashi Watanabe, Jinya Katsuyama, Akihiro Takeda
		4	EXPLORING THE MINDS OF ETHAN SHAFER, TIMOTHY GRAZIANO, AND JAY FISHER	Dr. Elham Zamiri
		5	EXPLORING GENDER-BASED JAPANESE LANGUAGE LEARNING STRATEGIES AMONG LEARNERS IN NORTH SULAWESI, INDONESIA	Djemai Bara Mahboub,, Mohamed Faouzi
		6	EXPLORING THE INFLUENCE OF AUGMENTED AND VIRTUAL REALITY ON EDUCATIONAL OUTCOMES IN A MULTIVARIABLE CALCULUS SETTING"	Djamila Bennaceur-Doumaz
		7	ENHANCING COMPETENCIES: THE DYNAMIC LEARNING APPROACH AT A LEADING FRENCH COMPUTER SCIENCE INSTITUTE	Kazunori Nomura, Hiromichi Nakahar Masaumi Ogi
		8	EXPLORING KNOWLEDGE ACQUISITION IN CLIENT ORGANIZATIONS: A CASE STUDY OF STUDENT ENGAGEMENT AS PRODUCERS"	Sou Shibata Atsuhiro Watanabe,

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Prof. Dr. Phusit Hashim	1	FOSTERING COLLABORATIVE CONVERSATIONS IN ONLINE LEARNING: ESTABLISHING AND NURTURING COMMUNITIES OF PRACTICE	lectureNatalia Polkanova, Dr. Sergey Kazakov
		2	BUILDING EDUCATIONAL FOUNDATIONS: CONSTRUCTING INFORMATION IN HIGHER EDUCATION TEACHING	Dr. Nada Armstrong
		3	REVOLUTIONIZING LEARNING OUTCOMES: ADVANCED MODELING TECHNIQUES FOR EMPOWERING STUDENTS IN EDUCATION	Phd. Karen Azhar
		4	NAVIGATING THE ACADEMIC LANDSCAPE: BALANCING 'THE CAN DO' AND 'THE HAVE TO DO' IN BATNA UNIVERSITY, ALGERIA	Sheng-Min Na Cheng
		5	INCORPORATING COOPERATIVE EDUCATION: A STRATEGIC FRAMEWORK FOR ENGINEERING CURRICULUM ENHANCEMENT	Sivamurugan Pandian
		6	ENHANCING FINANCIAL LITERACY AMONG YOUNG WOMEN: INSIGHTS FROM A CASE STUDY IN AUSTRALIAN SCHOOLS	Premvadee Nakompanom
		7	EXPLORING E-CONTENT PRODUCTION ALGORITHMS FOR SCREEN-CAPTURED VIDEOS: AN INTRODUCTORY GUIDE	Prof. Dr. Phusit Hashim
		8	UNVEILING PROBLEM-SOLVING PROWESS: THE INNATE FLOW OF THE MIND IN CREATIVE SOLUTIONS	Sarideh Alizadeh Mohd Nasir

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	As Prof. Levan Alonso López	1	EXPLORING THE EDUCATIONAL AND SEMIOTIC POTENTIAL OF GEOGEBRA IN FOSTERING MATHEMATICAL DIALOGUE	Lovorka Galetic, Zeljko Ruiz,
		2	AN INTEGRATED 1088 ENSEMBLE METHODOLOGY FOR ANTICIPATING STUDENTS' ACADEMIC ACHIEVEMENT	Sofia Aboulaich Rachid Ellaia, Rajae Ayouché
		3	ENGAGEMENT OF STUDENTS IN GOVERNANCE WITHIN MAINLAND CHINA'S HIGHER EDUCATION SYSTEM	Osamah A. Alsayegh
		4	ENHANCING CYBERSECURITY AWARENESS WITHIN THE APPLIED SCIENCES STUDENT COMMUNITY	Erika Vukelic Nestor Ortiz
		5	ENHANCING LANGUAGE LEARNING THROUGH A COLLABORATIVE 3D MULTI-USER VIRTUAL ENVIRONMENT	Dr. Bhim Sabauri
		6	PERSISTENT INEQUALITY: EXAMINING GENDER DISCRIMINATION IN CROATIAN EDUCATION	Assis. Prof. Dr. Wardoyo Humairoh,
		7	HARNESSING DATA FOR SUCCESS: PREDICTING STUDENT PERFORMANCE IN EDUCATION	Prof. Levan Alonso López
		8	SCRUM IN THE SMART CLASSROOM: A CASE STUDY FOR ENHANCED ONLINE LEARNING AND ENGAGEMENT	Mikel Singh
		9	Revolutionizing Chemistry Teaching: The Impact of Online Tests	Lovorka Galetic, Zeljko Vukelic

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Wanda Luen-	1	BOOSTING CHEMISTRY EDUCATION: ONLINE TESTING AS A POWERFUL TOOL	Mandakini Thakur, Sheena Pall
		2	REVOLUTIONIZING HIGHER EDUCATION: AI'S TRANSFORMATION OF LEARNING IN THE 21ST CENTURY	Wanda Luen-Wun Siu, Xiaowen Zhang
		3	FOSTERING ACTIVE ENGAGEMENT: ENHANCING EXPERIENTIAL LEARNING IN A SMART FLIPPED CLASSROOM - A CASE STUDY	Wun Siu, Xiaowen Zhang
		4	UNLOCKING MATHEMATICAL MINDS: STRATEGIES FOR TEACHING PRESCHOOLERS WITH AUTISM	Wanda Luen-
		5	NAVIGATING UNCERTAINTY: EXPERIENCES OF FOREIGN STUDENTS IN HUNGARY DURING THE COVID-19 PANDEMIC	Bitra Mashayekhi, Zeynab Lotfi Aghel
		6	REVOLUTIONIZING HIGHER EDUCATION IN SAUDI ARABIA: A COMPREHENSIVE E-COACHING APPROACH	Dr. Haya Y Alobaid
		7	A FRAMEWORK FOR INTELLIGENT LEARNING ENVIRONMENTS IN MUSIC EDUCATION: AN ONTOLOGICAL APPROACH	Ghanima Al-Sharrah, Haitham M. Lababidi, Yusuf I. Ali
		8	BUILDING DEEP UNDERSTANDING: INTEGRATING EXPERIENTIAL LEARNING INTO A SMART FLIPPED CLASSROOM MODEL - A CASE STUDY	Assis. Prof. Venugopal Kumamuru

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 11	Assoc. Prof . Dr. Ian Mills,	1	THE IMPACT OF TRANSLATION ON ARABIC AND ISLAMIC CIVILIZATION: A CATALYST FOR THE GOLDEN AGE (661-1258)	Konstantinos Sofianos, Michail Stefanidakis Ye Wei,
		2	ECHOES OF ANCESTRAL FLAME: TRACING THE INDO-EUROPEAN, OLD IRANIAN, AND LUR FIRE TRADITIONS	Smail Hadj Mahammed
		3	AUGMENTING THE PAST: AN AR-POWERED VIRTUAL HERITAGE APPLICATION DESIGN	Alex Bell Prof. Sitalakshmi Venkatraman,
		4	DECIPHERING GRANDE KABYLIA: A DESCRIPTIVE ANALYSIS OF LIBYAN STELES IN ALGERIA	Ye Wei, Fiona Wahr
		5	COLONIAL PUNJAB TRANSFORMED: A LOOK AT THE IMPACT OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES	Fahri Benli, Fiona Wahr Anita Kéri Josefina Bengoechea,
		6	CHINA'S HEALTH SILK ROAD: NAVIGATING SOUTHEAST ASIA AND EUROPE THROUGH COVID-19	Dr. Sitalakshmi Venkatraman,
		7	THE POWER OF INDIGENOUS PEOPLE IN MINING PROJECT DECISIONS: A PILBARA CASE STUDY	Behzad Moeini Sam, Dr. Sara Mohammadi Avandi,
		8	LEVERAGING TWITTER FOR SOCIAL CHANGE: FOOD BANKS IN SAUDI ARABIA COMBAT FOOD WASTE THROUGH STRATEGIC COMMUNICATION	Afroz Kianpor Stephen Barnes Samia Ait Ali Yahia
		9	EXAMINING FOREIGN INFLUENCES IN USUL FIQH METHODOLOGIES: A CRITICAL ANALYSIS OF ORIENTALIST SCHOLARSHIP	Assoc. Prof . Dr. Ian Mills, Dr. Frances Cleary
		10		

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 12	Assoc. Prof. Alisha Fisher	1	OPTIMIZING INFLUENCE IN EVOLVING SOCIAL NETWORKS: A DYNAMIC PERSPECTIVE	Dr. Gkolfo I. Smani, Dr. Vasileios Megalooikononmou
		2	NAVIGATING DISSOCIATION DURING MASTURBATION: MINDFULNESS STRATEGIES FOR HEALING AND RECONNECTION AFTER SEXUAL TRAUMA	Assoc. Prof. Alisha Fisher
		3	LOST IN THE SHUFFLING PLAY: ABSURDITY, IDENTITY, AND THE TRAGICOMIC LANDSCAPE OF STOPPARD'S ROSENCRANTZ AND GUILDENSTERN ARE DEAD	Dr. Azza Taha Zaki
		4	HOME AND IDENTITY: THE DWELLING AS A SHAPER OF CONTEMPORARY DONG WOMEN'S SELFHOOD	Sze Wai Veera Fung, Peter W. Ferretto
		5	UNVEILING THE SYMBOLISM: FEMALE CIRCUMCISION AND SOLOMON'S TEMPLE IN ISLAMIC HADITHS	B. O. Diyaolu
		6	EXPLORING THE NEXUS BETWEEN ONLINE SPORTS EVENTS AND BETTING BEHAVIOR AMONG NIGERIAN YOUTH	K. N. Penna, E. J. Hoffman, T. R. Carter
		7	SILENCED NARRATIVES: SECOND CLASS CITIZEN AND THE STRUGGLE FOR BLACK WOMEN'S AUTHORSHIP	Sherly Ferro Lensun Barry Ardley, Abi Hunt,
		8	SEX TRAFFICKING REPORTING IN ONTARIO VS. NOVA SCOTIA: A CANADIAN ONLINE NEWS ANALYSIS	Lecture Nick Taylor Dr. Yang Meng,
		9	EMPOWERING INDIGENOUS COMMUNITIES: CULTURALLY-DRIVEN SOLUTIONS FOR SHARED ECONOMIC PROSPERITY	James L. Patnao Essam Almuhsin, Ben Soh, Alice Li, Azmat Ullah

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 13	Prof. DR. Haotian Wu	1	DECODING THE LANGUAGE OF FAITH: SYMBOLISM IN MODERN UKRAINIAN MONUMENTAL CHURCH PAINTING	Khlystun Yuliia Igorivna
		2	UNDERSTANDING THE ROOTS OF FAITH: EXPLORING WHOOEISM, THE INDIGENOUS RELIGION OF THE JARAWA PEOPLE IN THE ANDAMANS	Prof. DR. Haotian Wu
		3	COMBATING TWO MAJOR THREATS IN KOSOVO: DOMESTIC VIOLENCE AGAINST CHILDREN AND HUMAN TRAFFICKING	Dr. Guelfo Carbone
		4	HEIDEGGER'S EARLY HERMENEUTICAL PHENOMENOLOGY AND THE WORLD-EVENT	Areti Tziboula, Anna-Maria Rentzeperi-Tsonou
		5	THEMATIC ANALYSIS OF LIBRETTI IN ROSSINI'S OPERAS AND THEIR INFLUENCE ON THE COMPOSER'S WORK	Ashwaq Alsulami, Jianhua Shao
		6	THE LASTING IMPACT: CHINESE ADULTS REFLECT ON SIBLING LOSS AND COPING STRATEGIES IN CHILDHOOD, WITH IMPLICATIONS FOR THERAPEUTIC INTERVENTIONS.	Hanaa Bajilan
		7	BEYOND SILENCE: EXPLORING THE INNER WORLDS AND PROTEST OF INDIAN WOMEN IN THE THOUSAND FACES OF NIGHT	Rony Reátegui, Cesar Chácará,
		8	DIGITAL PRESERVATION OF CUSCO'S VIRGIN OF LORETO CHAPEL: A 3D MODELING SHOWCASE	Benjamin Castañeda, Rafael Aguilar
		9	BRIDGING COMMUNITIES WITH NATIONAL PRIDE: THE PETRONAS MURAL PROJECT.	M. Suhaimi Tohid, M. Fazli Othman, M. Rizal Salleh
		10	BEYOND BINARY: A MULTI-METHOD EXPLORATION OF TRANS INCLUSION AND ITS IMPACT ON ORGANIZATIONAL STRUCTURES AND POLICIES IN THE FUTURE OF WORK	W. Samiati Andriana

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 15 ARALIK/ DECEMBER 15, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 14	Assoc. Prof. Dr. Kazunori Nomura	1	EXTERNAL DEBT AND FISCAL POLICY: TWIN DRIVERS OF ECONOMIC GROWTH IN DEVELOPING COUNTRIES	Zohreh Bang Tavakoli, Shuktika Chatterjee
		2	REINVENTING TRADITION: HOW "GUOCHAO" IS SHAPING CHINESE FASHION THROUGH ANGEL CHEN'S DESIGNS	Dr. Zhe Ginnie Wang
		3	EMPOWERING STUDENTS WITH DISABILITIES IN INDIA: THE CRUCIAL ROLE OF SEX EDUCATION	Dr. Sona Lorencova
		4	PARENTAL PERCEPTIONS OF COMPULSORY PRE-SCHOOL EDUCATION IN THE CZECH REPUBLIC	Prof. Beata Hornickova,
		5	SUBSTANCE USE AND ADDICTION AMONG YOUNG IMMIGRANTS IN CANADA	Masaumi Watanabe, Sou Nakahara,
		6	EDUCATION AND INCOME AS MEDIATORS: HOW POLITICAL IDEOLOGY SHAPES ATTITUDES TOWARDS IMMIGRATION	Zohreh Bang Tavakoli, Shuktika Chatterjee
		7	BEYOND UTILITY: HOW CHATBOTS SHAPE USER EXPERIENCE AND BRAND IMAGE	Hiromichi Ogi, Atsuhiko Shibata, Kazunori Nomura
		8	LEADING TEAMS TO TRIUMPH: INSPIRING STRATEGIES FOR OVERCOMING PROJECT OBSTACLES AND ACHIEVING GOALS	Sou Nakahara, Atsuhiko Shibata,
		9	EXAMINING SOCIAL INFLUENCES ON AMERICAN MASK-WEARING DURING THE PANDEMIC	Hiromichi Ogi
		10	SHELTER DATA : A CASE STUDY OF HOMELESSNESS AND ENTRY IN NEW YORK CITY	Assoc. Prof. Dr. Kazunori Nomura

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya UYGULAMALI BİLİMLER - YÜZYÜZE				
16 ARALIK/ DECEMBER 16, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Doç.Dr. Aysel GÜVEN	1	HEALTH EVALUATION AND ANTIOXIDATIVE EFFECTS OF PROBIOTICS	Doç.Dr. Aysel GÜVEN
		2	THE IMPORTANCE OF KEFIR IN THE GASTROINTESTINAL SYSTEM	Doç.Dr. Aysel GÜVEN
		3	NATURAL PRODUCTS AND ACTIVITY RELATIONSHIP – GYPSOGENIN FROM GYPSOPHILA ARROSTII ROOTS	Assoc. Prof. Dr. Safiye EMİRDAĞ
		4	INVESTIGATION OF THE DISTRIBUTION OF MICROORGANISMS CAUSING URINARY TRACT INFECTIONS	Graduate Student Alaa JAWDAT NASIH NASIH Asst. Prof. Dr. Özgür ÇELEBİ Prof. Dr. Mesut TAŞKIN
		5	CAN PROPOLIS BE AN ALTERNATIVE TO ANTIBIOTICS?	Graduate Student Ruba JEBRİL Prof. Dr. Ahmet ADIGÜZEL
		6	MICROBIAL DEGRADATION of TRICLOCARBAN BY Penicillium sp. strain ZA10	Ziya ALJOUJA Hakan ÖZKAN
		7	TRANSITION TO SUSTAINABLE SYSTEMS IN URBAN WATER MANAGEMENT AND WATER SENSITIVE CITY	Hatice AKSOY Doç. Dr. Gül ŞİMŞEK
		8	DETERMINATION OF LACTOCOCCUS FORMOSENSIS PREDICTED VIRULENCE FACTORS	Salih KUMRU

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya SOSYAL BİLİMLER - YÜZYÜZE				
16 ARALIK/ DECEMBER 16, 2023 / 14:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Prof. Dr.Süleyman Doğan	1	ÇEVRE BİLİNCİ KAPSAMINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA	Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Esad YURTSEVER
		2	HAVAYOLU FİRMALARININ DEĞERLENDİRMESİNDE HİZMET KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN ROLÜ	Dr.Öğretim Üyesi Onur TÜRKER
		3	CONVEYANCE EVIDENCES OF INTERCESSION ACCORDING TO MÂTURÎDÎ AND ZEMAHŞER	Yüksek Lisans Öğrencisi, Emine ÖZÇAKAL
		4	THE INFLUENCE OF EMOTIONAL INTELLIGENCE ON STUDENTS AS A MECHANISM OF METARESOURCE	Kurmanova Anar Ibragimovna Gelişli Yücel Baizhumanova Bibianar Shaimerdenovna
		5	PEDAGOGICAL PREVENTION OF SOCIAL OSTRACISM IN STUDENTS	Saikhymuratova I.B. Assylbekova M. Kurmanova A.I.
		6		

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Prof. Dr. Ramazan ARMAĞAN	1	PROTECTION AGAINST DISCRIMINATION IN LABOUR RELATIONS IN BULGARIA – DEDICATED TO 20 TH ANNIVERSARY OF THE BULGARIAN PROTECTION AGAINST DISCRIMINATION ACT	Assoc. prof. D.Sc. Ivaylo STAYKOV
		2	MECELLE'DE TAHKİM	Av.Dr.M.Lamih ÇELİK
		3	İSVİÇRE VE ALMAN HUKUKUYLA KARŞILAŞTIRMALI OLARAK TÜRK HUKUKUNDA ORTAK VASİYETNAME	Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin TOKAT
		4	ARABULUCULUK-TAHKİM (MED-ARB): TARAFSIZ ÜÇÜNCÜ KİŞİNİN ŞAPKA DEĞİŞTİRMESİ	Elif KARAMAN
		5	DETECTION OF MATERIAL FACTS IN TAX EVASION TRIALS WITHIN THE FRAMEWORK OF THE SUPREME COURT DECISIONS	Res. Asst. Alper TAŞAR Res. Asst. Didem Hande KILIÇ
		6	BANKA TEMİNAT MEKTUPLARININ HUKUKİ NİTELİĞİ ve ÇEŞİTLERİ	Dr. Öğretim Üyesi Fatma HIZIR ASRAV
		7	GARANTİ MARAKALARINDAN DOĞAN SORUMLULUĞUN HUKUKİ DAYANAĞI	Dr. Öğretim Üyesi Fatma HIZIR ASRAV
		8	TÜRK VERGİ YARGISI ANLAYIŞINDA DEĞİŞİM-DÖNÜŞÜM: 1980 SONRASI DÖNEM GELİŞMELER	Prof. Dr. Ramazan ARMAĞAN Dr. Öğretim Üyesi Ayşe ARMAĞAN
		9	CUMHURİYET ÖNCESİ VE SONRASI TÜRK VERGİ YARGISI ANLAYIŞINDA DEĞİŞİM- DÖNÜŞÜM: 1980 ÖNCESİ DÖNEM	Prof. Dr. Ramazan ARMAĞAN Dr. Öğretim Üyesi Ayşe ARMAĞAN
		10	TÜRKİYE'DE HAKİMLER VE SAVCILAR KURULU'NUN GELİŞİMİ	Sevinç OCAKTÜRK

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Prof. Dr. Elmas ERDOĞAN	1	USE OF MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS IN HEALTH TOURISM	Dr. Öğr. Üyesi, Seher GÜLENC
		2	SAĞLIK TURİZMİ DESTİNASYON TERCİHİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER, SAĞLIK SEYAHATİNİN ALGILANAN DEĞERİ, DESTİNASYON İMAJI VE TEKRAR ZİYARET NİYETİ İLİŞKİSİ	Dr. Öğr. Üyesi FUAT YALMAN Prof. Dr., Yalçın KARAGÖZ
		3	SAĞLIK HİZMET KALİTESİNİN HASTALARIN DAVRANIŞSAL NİYETLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: HASTA MEMNUNİYETİ VE HASTA GÜVENİNİN ARACI ROLÜ	Prof. Dr., Yalçın KARAGÖZ Dr. Öğr. Üyesi FUAT YALMAN
		4	TURİZM ve MÜZE TEMALİ ÇALIŞMALARIN GÖRSEL HARİTALAMA TEKNİĞİ İLE ANALİZİ	Dr.Öğr. Üyesi, Mahmut BALTACI Öğr. Gör. Dr. Sercan BENLİ
		5	TURİZM SEKTÖRÜNDE ÇALIŞAN KADINLARIN YAŞAM TATMİNİ ALGILARININ İNCELENMESİ	Muharrem AKSU Serpil KOCAMAN
		6	MÜZECİLİK VE MÜZELERDE EĞİTİM İŞLEVİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Sercan GÜN
		7	THEMATIC DESIGN AND ADVENTURE PARKS	Öğr. Gör. Dr. Evren TANDOĞAN Prof. Dr. Elmas ERDOĞAN
		8	ANTHROPOCENTRIC DESIGN AND ENVIRONMENTAL ETHICS	Prof. Dr. Elmas ERDOĞAN Öğr. Gör. Dr. Evren TANDOĞAN

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Dr. Öğr. Üyesi İbrahim YIKILMAZ	1	A METAPHORICAL RESEARCH ON THE CAREER EXPECTATIONS OF AFYONKOCATEPE UNIVERSITY CINEMA AND TELEVISION STUDENTS	Res. Asst. Tolga GÜROCAK, Ph.D. Graduate Student, Eda Demet GÜROCAK
		2	EFFECTS OF UNIONS ON WOMEN EMPLOYEES IN WORK LIFE BALANCE	Yüksek Lisans Öğrencisi, Zeliha Aleyna ASLANTEKİN Doçent Doktor, Mehtap DEMİR
		3	ENDÜSTRİ 4.0 TEKNOLOJİ BİLEŞENLERİNİN İŞLETMELERİN İNOVASYON PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	Dr. Öğrencisi, Sacit ACAR
		4	AKADEMİSYENLERİN ÖRGÜTSEL BAĞLILIK DÜZEYLERİNİN MESLEKİ BAĞLILIKLARINA ETKİSİ	Meral MUHACİR Doç.Dr.Murşit IŞIK
		5	THE EFFECT OF ORGANIZATIONAL JUSTICE PERCEPTIONS OF HEALTHCARE PROFESSIONALS ON ORGANIZATIONAL COMMITMENT	Hayrünnisa ÇELEBİ Prof.Dr. Aykut BEDÜK
		6	THE ROLE AND IMPORTANCE OF PLANNED CHANGE IN ORGANIZATIONAL DEVELOPMENT	Prof. Dr. Abdullah KARAMAN Arş. Gör. Leyla ERAT OCAK
		7	MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM AND INFORMATION SHARING	Prof. Dr. Ali ERBAŞI Arş. Gör. Leyla ERAT OCAK
		8	DIGITAL ENTREPRENEURSHIP IN THE AGE OF DIGITALIZATION	Dr. Öğr. Üyesi, Safa ACAR
		9	POWER POISONING IN LEADERSHIP: HUBRIS SYNDROME	Dr. Öğr. Üyesi, Safa ACAR
		10	QUIET AMBITION: A CONCEPTUAL INVESTIGATION	Dr. Öğr. Üyesi İbrahim YIKILMAZ

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Dr. Öğr. Üyesi, Zehra ERTUĞRUL YAŞAR	1	OKUL ÖNCESİ ÇOCUKLARDA ZİHİNSEL KELİME KULLANIMININ İNCELENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi, Zehra ERTUĞRUL YAŞAR
		2	TOPLUMDAKİ ARKEOLOJİ ALGISININ DEĞİŞTİRİLMESİ ÜZERİNE 7-11 YAŞ ARALIĞINDAKİ ÇOCUKLARA ARKEOLOJİ EĞİTİMİ ÖNERİSİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Dilan KAYA
		3	OKUL DIŞI ÖĞRENME ORTAMLARINDA FEN ÖĞRETİMİNİN 5. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ÇEVRE FARKİNDALIKLARI VE ÇEVREYE YÖNELİK TUTUMLARINA ETKİSİ	Öğretmen, Özlem DÜNDAR Prof.Dr., Şafak ULUÇINAR SAĞIR
		4	ÇOCUKLARIN BİLİŞSEL GELİŞİMİNE YÖNELİK ÇEŞİTLİ KAVRAMLARIN İNCELENMESİ	Dr. Öğretim Üyesi, Adem ARSLAN
		5	HAYAT BİLGİSİ DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMINDA EVİMİZDE HAYAT ÜNİTESİNİN İNCELENMESİ	Dr. Öğretim Üyesi, Adem ARSLAN
		6	İLKOKUL 4. SINIF DİN KÜLTÜRÜ VE AHLAK BİLGİSİ DERS KİTAPINDA YER ALAN GÜZEL AHLAK ÜNİTESİNİN DEĞERLER AÇISINDAN İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Seyyare KARADAĞ
		7	ÖĞRENCİLERİN PISA TÜRÜNDEKİ PROBLEMLERİ ÇÖZME SÜRECİNDE MATEMATİK OKURYAZARLIĞI BECERİLERİNİ UYGULAMADA KARŞILAŞTIKLARI ZORLUKLAR	Edanur Günaydın Doç. Dr. Menekşe Seden Tapan Broutin Prof. Dr. Dilek Sezgin Memnun
		8	OKULLARDA PSİKOSOSYAL HİZMETLERDE YENİ BİR BOYUT: OKUL SOSYAL HİZMETİ	Dr. ZÜLAL ŞAHİN Prof. Dr. KAMİL ALPTEKİN

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Doktora Öğrencisi. Mustafa CEMİLOĞLU	1	İSLAM HUKUNDA SÜKÛTÜN RIZAYA DELALETİ (ÖZET)	Yüksek Lisans Öğrencisi, Recep OTKAN
		2	İSLAM HUKUKUNDA HÂKİMLİK MESLEK ETİĞİ VE POZİTİF TÜRK HUKUKUYLA MUKAYESESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Fatma PALANCI
		3	SAMİ DİLLERİNDEKİ ORTAK KELİMELE İBRANİCE ve ARAPÇA ÖRNEĞİ	Doktora Öğrencisi. Mustafa CEMİLOĞLU
		4	AL-KHALİL İBN AHMAD AL-FARÂHÎDÎ'NİN ARAPÇA GRAMER TERMİNOLOJİSİNDEKİ ÖNCÜLÜĞÜ	Doktora Öğrencisi. Mustafa CEMİLOĞLU
		5	MUHAMMED B. AHMED EL-KURTUBÎ'NİN EL-CÂMÎ'Lİ-AHKÂMÎ'Lİ- KUR'ÂN ADLI TEFSİRİNDE TİCARET AHLAKI	Muhammed Sertaç AKKAYA
		6	MUSÂ (A.S.) VE SABİR	Kübra AKBAŞ
		7	“İLAHÎ KELAMIN MÜSTESNA GRAMERİ” ADLI ESERE YÖNELİK BİR İNCELEME	Beyza Hilal ÖZTÜRK
		8	ÂLEM'E FELSEFİ BİR BAKIŞ	Nur Aybala ÖZ

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Prof. Dr. Ebru BARDAŞ ÖZKAN	1	DEPREM STRESİYLE BAŞETME STRATEJİLERİ İLE ANKSİYETE, STRES VE DEPRESYON İLİŞKİSİ: PSİKOLOJİK SAĞLAMLIĞIN ARACI ROLÜ	Dr. Öğr. Üyesi, Abdulkadir İNAK Dr. Öğr. Üyesi, Yahya AKTU
		2	MAWLANA'S METAPHOR OF THE 'DONKEY STUCK IN THE MUD' IN THE JOURNEY OF OVERCOMING WORLDLY DIFFICULTIES AND ENLIGHTENMENT OF THE SOUL	Prof. Dr. Ebru BARDAŞ ÖZKAN
		3	TRACKING THE DEPTHS OF HUMAN CHARACTER AND MORAL VALUES IN MASNAVI: THE ROLES OF THE LION, FOX, AND DONKEY METAPHORS	Prof. Dr. Ebru BARDAŞ ÖZKAN
		4	"BENİ ÇOK SEV" FİLMİNİN HALEY'İN STRATEJİK AİLE TERAPİSİ KURAMINA GÖRE ANALİZİ	Murat ORHAN Doç .Dr. Handan GÜLER Mustafa EROL Ömer AKKALAYCI
		5	A SYSTEMATIC REVIEW STUDY ON PSYCHOLOGICAL DISORDERS IN CHILDREN EXPOSED TO DOMESTIC VIOLENCE	Seda KAYA
		6	BOŞANMA OLGUSU VE BOŞANMANIN ÇOCUĞA ETKİLERİ	Öğr. Gör. Metin KADİM
		7	ÖLÜM OLGUSU VE EBEVEYN ÖLÜMÜNÜN ÇOCUĞA ETKİLERİ	Öğr. Gör. Metin KADİM
		8	İFADE ÖZGÜRLÜĞÜ ÇERÇEVESİNDE NEFRET SÖYLEMİ	Dr. Arş. Gör., Funda Kaya Bozok

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Prof. Dr. HÜLYA ÇİÇEK	1	DOES RAMADAN FASTING HELPS IN CANCER THERAPY: AN UPDATE	Assist. Prof. K.R.Padma Reader K.R.Don
		2	Palyatif Bakımın Odak Noktası: Semptomların Belirlenmesi	DR.Lütfiye Nur UZUN DR. Hümeysra HANÇER TOK
		3	Voice Disorders Seen in Neuropsychiatric Diseases: A Summary Review	Assistant Prof. Dr. Tuğba KAYA
		4	PHARMACOLOGICAL METHODS FOR THE INDUCTION OF LABOR	Dr. Arş. Gör. Tuba Enise BENLİ Dr. Öğr. Üyesi Zeynep BAL
		5	NONPHARMACOLOGICAL METHODS FOR THE INDUCTION OF LABOR	Dr. Arş. Gör. Tuba Enise BENLİ Dr. Öğr. Üyesi Zeynep BAL
		6	THERAPEUTIC STRATEGIES FOR GLIOBLASTOMA	Yüksek Lisans Öğrencisi, Şeymanur SANC AKTUTAN Doç. Dr. Yağmur ÜNVER
		7	GENETICALLY ENGINEERED PHOTOSENSITIZERS FOR PHOTODYNAMIC THERAPY	Yüksek Lisans Öğrencisi, Bahtinur İSPAHI Doç. Dr. Yağmur ÜNVER
			BİLGİSAYAR DESTEKLİ İLAÇ TASARIMI YÖNTEMLERİ	Arş. Gör. Dr. Şeyma YAŞAR Arş. Gör. Fatma Hilal YAĞIN
			Metabolomikte Biyobelirteç Keşfi: Hastalıkların Erken Tanısında Yeni Yaklaşımlar	Arş. Gör. Fatma Hilal YAĞIN Arş. Gör. Dr. Şeyma YAŞAR
		8	ALLİSİN: TIBBİ VE BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ	Prof. Dr. HÜLYA ÇİÇEK Hanım Seval KAYA

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Prof. Dr. Nail Altunay	1	CONTROL OF PHYSICAL PROPERTIES OF ZNO FILMS BY VARYING THE CONCENTRATION OF TRISODIUM CITRATE.	Assoc. Prof. Dr. RAŞİT AYDIN Prof. Dr. BÜNYAMİN ŞAHİN
		2	DISPERSIVE LIQUID PHASE EXTRACTION METHOD FOR THE DETERMINATION OF HISTAMINE FROM PROCESSED MEAT PRODUCTS	Prof. Dr. Nail Altunay Prof. Dr. Adil Elik
		3	INVESTIGATION OF DEEP EUTECTIC SOLVENTS FOR THE DETERMINATION OF SULFADIAZINE RESIDUES IN HONEY SAMPLES	Master, Hatice Taşpınar Prof. Dr. Nail Altunay Prof. Dr. Adil Elik
		4	SYNTHESIS OF CARBAZOL SUBSTITUTED PYRIMIDINYL CARBAMOYL BENZOIC ACID DERİVATİVES	Fatih KIRBAYIR Özcan GÜLEÇ Prof. Dr. Mustafa ARSLAN
		5	İÇME KULLANMA SUYU ÖRNEKLEME	Dr. Öğr. Üyesi, Melek GÖKMEN KARAKAYA
		6	DİSİYANODİBENZO[F,H]KİNOKSALİN TABANLI BİLEŞİKLERİN TADF ÖZELLİKLERİNİN TEORİK OLARAK İNCELENMESİ	Doç.Dr. Zeynep Şilan TURHAN Öğr. Gör. Dr. Erhan ÖZTÜRK Dr. Öğr. Üyesi, Aybek YİĞİT Dr. Öğr. Üyesi, Necdet KARAKOYUN
		7	INVESTIGATION OF THE TOTAL PHENOLIC SUBSTANCE AND ANTIOXIDANT CAPACITY IN FIRETHORN (PYRACANTHA COCCINEA) FRUIT GROWN IN AKHİSAR REGION	Asst. Prof. Dr. Fadim YEMİŞ Arzu İkra GÖK Ayşe Nur ÇIRAK

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Mella Ismelina Farma Rahayu	1	PROMOTING GENDER EQUALITY WITHIN ISLAMIC TRADITION VIA CONTEXTUALIST APPROACH	Ali Akbar
		2	BA'ALBAKĪ'S INFLUENCE ON 1950S AND 1960S LEBANESE WOMEN WRITERS	Khaled Igbaria
		3	THE INTERACTION BETWEEN HUMAN AND ENVIRONMENT ON THE PERSPECTIVE OF ENVIRONMENTAL ETHICS	Mella Ismelina Farma Rahayu
		4	PROTECTION OF HUMAN RIGHTS IN EUROPE: THE PARLIAMENTARY DIMENSION	Aleksandra Chiniaeva
		5	EISENHOWER'S FAREWELL SPEECH: INITIAL AND CONTINUING COMMUNICATION EFFECTS	B. Kuiper
		6	HUMAN SECURITY PROVIDERS IN FRAGILE STATE UNDER ASYMMETRIC WAR CONDITIONS	Assis. Prof. Dr. Luna Shamieh
		7	DEVELOPING NEW MEDIA CREDIBILITY SCALE: A MULTIDIMENSIONAL PERSPECTIVE	Dr. Hanaa Farouk Saleh

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Dr. Najwa Alsayed Omar	1	DISABILITY DIVERSITY MANAGEMENT: A CASE STUDY OF THE BANKING SECTOR IN THE KSA	Dr. Nada Azhar
		2	CURSIVE HANDWRITING IN AN INTERNET AGE	Phd Student Karen Armstrong
		3	THE IMPACT OF PARENT INVOLVEMENT IN PRESCHOOL DISABLED CHILDREN	Assis. Prof. Sheng-Min Cheng
		4	THE IMPORTANCE OF ISSUES FOR THE YOUTH IN VOTER DECISION MAKING: A CASE STUDY AMONG UNIVERSITY STUDENTS IN MALAYSIA	Dr. Sivamurugan Pandian
		5	JAPANESE ENGLISH IN TRAVEL BROCHURES	Premvadee Na Nakompanom
		6	WAYS OF LIFE OF UNDERGRADUATE STUDENTS BASED ON SUFFICIENCY ECONOMY PHILOSOPHY IN SUAN SUNANDHA RAJABHAT UNIVERSITY	Phukamchanoad
		7	RESEARCH ANALYSIS IN ECLECTIC THEORY (KABOUDAN AND SFANDIAR)	Anrideh Alizadeh Mohd Nasir Hashim
			ONLINE METACOGNITIVE READING STRATEGIES USE BY POSTGRADUATE LIBYAN EFL STUDENTS	Dr. Najwa Alsayed Omar
			AUSPICIOUS MEANING FOR COMMUNITY SOUVENIR PRODUCTS	Somsakul Jerasilp, Jong Boonpracha

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 11	Prof. Dr. Mikel Alonso López	1	INFLUENCE OF A COMPANY'S DYNAMIC CAPABILITIES ON ITS INNOVATION CAPABILITIES	Lovorka Galetic, Zeljko Vukelic
		2	A HYBRID PARTICLE SWARM OPTIMIZATION-NELDER-MEAD ALGORITHM (PSO-NM) FOR NELSON-SIEGEL-SVENSSON CALIBRATION	Sofia Ayouché Rachid Ellaia, Rajae Aboulaich
		3	RAMIFICATION OF OIL PRICES ON RENEWABLE ENERGY DEPLOYMENT	Osamah A. Alsayegh
		4	LEAN HEALTHCARE: BARRIERS AND ENABLERS IN THE COLOMBIAN CONTEXT	Erika Ruiz, Nestor Ortiz
		5	IDENTIFICATION OF LEAN IMPLEMENTATION HURDLES IN INDIAN INDUSTRIES	Bhim Singh
		6	PROMOTING LOCAL PRODUCTS THROUGH ONE VILLAGE ONE PRODUCT AND CUSTOMER SATISFACTION	Wardoyo, Humairoh
		7	ANALYSIS OF THE REASONS BEHIND THE DETERIORATED STANDING OF ENGINEERING COMPANIES DURING THE FINANCIAL CRISIS	Levan Sabauri
		8	REVIEW OF MODELS OF CONSUMER BEHAVIOUR AND INFLUENCE OF EMOTIONS IN THE DECISION MAKING	Mikel Alonso López

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 12	Prof. Dr. Venugopal Kummamuru	1	EDUCATION OF PURCHASING PROFESSIONALS IN AUSTRIA: COMPETENCE BASED VIEW	Volker Koch
		2	DEVELOPING AN AUDIT QUALITY MODEL FOR AN EMERGING MARKE	Bitu Mashayekhi, Azadeh Maddahi, Arash Tahriri
		3	DETERMINANTS OF PROFITABILITY IN INDIAN PHARMACEUTICAL FIRMS IN THE NEW INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS REGIME	Shilpi Tyagi, D. K. Nauriyal
		4	THE IMPACT OF MOTIVATION, TRUST, AND NATIONAL CULTURAL DIFFERENCES ON KNOWLEDGE SHARING WITHIN THE CONTEXT OF ELECTRONIC MAIL	Said Abdullah Al Saifi
		5	A STUDY ON THE DETERMINANTS OF EARNINGS RESPONSE COEFFICIENT IN AN EMERGING MARKET	Bitu Mashayekhi, Zeynab Lotfi Aghel
		6	ACCOUNTING INFORMATION SYSTEMS OF KUWAITI COMPANIES: OBSTACLES AND BARRIERS	Haya Y Alobaid
		7	PLANNING A SUPPLY CHAIN WITH RISK AND ENVIRONMENTAL OBJECTIVES	Ghanima Al-Sharrah, Haitham M. Lababidi, Yusuf I. Ali
		8	CORPORATE GOVERNANCE IN NETWORK MARKETING ORGANIZATIONS: THE ROLE OF ETHICS AND CSR	Prof. Dr. Venugopal Kummamuru
		9	RELATIONSHIP BETWEEN FINANCIAL REPORTING TRANSPARENCY AND INVESTMENT EFFICIENCY: EVIDENCE FROM IRAN	Bitu Mashayekhi, Hamid Kalhornia

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 13	Assoc. Prof. Dr. Ngono Mindzeng Terencia	1	COGNITIVE BEHAVIOUR THERAPY TO TREAT SOCIAL ANXIETY DISORDER: A PSYCHOLOGY CASE	Dr. Yasmin Binti Othman Mydin Assis. Prof. Mohd. Fadzillah Abdul Razak
		2	SERIOUS GAME FOR AUTISM CHILDREN: REVIEW OF LITERATURE	Helmi Adly Mohd Noor Faaizah Shahbodin Naim Che Pee
		3	IMPACT OF PERSONALITY AND LONELINESS ON LIFE: ROLE OF ONLINE FLOW EXPERIENCES	Asmita Shukla Soma Parija
		4	DYNAMIC OF AGGRESSIVE BEHAVIOR AT THE CONTEXT OF REFLECTIVE PROCESS	Prof. Dr. Elena Chernyshkova
		5	HOW DOES PSYCHOANALYSIS HELP IN RECONSTRUCTING POLITICAL THOUGHT? AN EXERCISE OF INTERPRETATION	Lecture Subramaniam Chandran
		6	ALIGNING IS DEVELOPMENT WITH USERS- WORK HABITS	Abbas Moshref Razavi Rodina Ahmad
		7	COMMUNITY BASED TOURISM AND DEVELOPMENT IN THIRD WORLD COUNTRIES: THE CASE OF THE BAMILEKE REGION OF CAMEROON	Assoc. Prof. Dr. Ngono Mindzeng Terencia

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 14	Prof. Dr. Tan Soon Chin	1	TOM STOPPARD: THE AMORALITY OF THE ARTIST	Majeed Mohammed Midhin Clare Finburgh
		2	ASSESSMENT ON COMMUNICATION STUDENTS' INTERNSHIP PERFORMANCES FROM THE EMPLOYERS' PERSPECTIVE	Yesuselvi Manickam Prof. Dr. Tan Soon Chin
		3	ANALYSIS OF POVERTY REDUCTION STRATEGIES AS MECHANISM FOR DEVELOPMENT IN NIGERIA FROM 1999-2019	Assis. Prof. Ahmed Usman Egye Assoc. Prof. Dr. Hamza Muhammad
		4	ANALYSIS OF STELES WITH LIBYAN INSCRIPTIONS OF GRANDE KABYLIA, ALGERIA	Samia Ait Ali Yahia
		5	SOCIAL WORK PRACTICE TO LABOUR WELFARE: A PROPOSED MODEL OF FIELD WORK PRACTICUM AND ROLE OF SOCIAL WORKER IN INDIA	Prof. Dr. Naeem Ahmed
		6	ADOPTION AND DIFFUSION OF E-GOVERNMENT SERVICES IN INDIA: THE IMPACT OF USER DEMOGRAPHICS AND SERVICE QUALITY	Sayantan Khanra Rojers P. Joseph
		7	FROM VICTIM TO ETHICAL AGENT: OSCAR WILDE'S THE BALLAD OF READING GAOL AS POST-TRAUMATIC WRITING	Mona Salah El-Din Hassanein
		8	TOM STOPPARD: THE AMORALITY OF THE ARTIST	Majeed Mohammed Midhin Clare Finburgh

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 15	Assoc. Prof. Shaira Ismail	1	WEST AFRICAN ISLAMIC CIVILIZATION: SOKOTO CALIPHATE AND SCIENCE EDUCATION	Dr. Hassan Attahiru Gwandu
		2	TEACHERS' PERCEPTIONS OF THE NEGATIVE IMPACT OF TOBEPHOBIA ON THEIR EMOTIONS AND JOB SATISFACTION	Phd. Prakash Singh
		3	KNOWLEDGE MANAGEMENT AS TOOL FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM IMPLEMENTATION IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS	Natalia Marulanda Grisales
		4	UNDERGRADUATES LEARNING PREFERENCES: A COMPARISON OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIAL SCIENCE ACADEMIC DISCIPLINES IN RELATIONS TO TEACHING DESIGNS AND STRATEGIES	Salina Budin Assoc. Prof. Shaira Ismail
		5	INQUIRY ON THE IMPROVEMENT TEACHING QUALITY IN THE CLASSROOM WITH META-TEACHING SKILLS	Shahlan Surat Saemah Rahman Saadiyah Kummin
		6	THE NEW EDUCATORS: THE REASONS FOR SAUDI ARABIA TO INVEST MORE IN STUDENT COUNSELING PROGRAMS	TURKI Affraltai
		7	THE IMPACT OF DRAMA EDUCATION ON CREATIVITY DEVELOPMENT AT PRESCHOOL CHILDREN	Prof. Dr. Vladimíra Homáčková
		8	IDEAL SCHOOL OF THE FUTURE FROM THE PARENTS' VIEW: QUANTITATIVE RESEARCH OF FACULTY OF EDUCATION OF THE UNIVERSITY OF HRADEC KRÁLOVÉ	Yveta Pohnětalová

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 16	Prof. Jiří Barta	1	EVALUATION OF CORROSION BY IMPEDANCE SPECTROSCOPY OF EMBEDDED STEEL IN AN ALTERNATIVE CONCRETE EXPOSED TO THE CHLORIDE ION	Assis. Prof. Dr. Erika J. Ruíz Assis. Prof. Dr. Jairo R. Cortes Willian A. Aperador
		2	EFFECT OF T6 AND RE-AGING HEAT TREATMENT ON MECHANICAL PROPERTIES OF 7055 ALUMINUM ALLOY	M. Esmailian M. Shakouri A. Mottahedi S. G. Shabestari
		3	DETERMINATION OF MATERIAL PROPERTIES FOR BIODEGRADABLE POLYLACTIC ACID PLASTIC USED IN 3D PRINTERS	Assis. Prof. Dr. Juraj Beniak Assoc. Prof. Lubomír Šooš Dr. Peter Križan Miloš Matúš
		4	RESEARCH OF CONCENTRATIBILITY OF LOW QUALITY BAUXITE RAW MATERIALS	Nadezhda Nikolaeva, Tatyana Alexandrova, Alexandr Alexandrov
		5	THE EFFECT OF MOLYBDATE ON CORROSION BEHAVIOUR OF AISI 316Ti STAINLESS STEEL IN CHLORIDE ENVIRONMENT	Dr. Viera Zatkáliková Dr. Lenka Markovičová, Aneta Tor-Swiatek
		6	EFFECT OF UV RADIATION TO CHANGE THE PROPERTIES OF THE COMPOSITE PA+GF	Lenka Markovičová Viera Zatkálikov Tomasz Garbacz
		7	SURFACE ACTIVATION OF CARBON NANOTUBES GENERATING A CHEMICAL INTERACTION IN EPOXY NANOCOMPOSITE	Mohamed Eldessouk Ebraheem Shady Yasser Gowayed
		8	AGING EFFECT ON MECHANICAL BEHAVIOR OF DUPLEX SATINLESS STEEL	Jungho Moon Tae Kwon Ha
		9	PRECIOUS AND RARE METALS IN OVERBURDEN CARBONACEOUS ROCKS: METHODS OF EXTRACTION	Tatyana Alexandrova, Alexandr Alexandrov, Nadezhda Nikolaeva
		10	DRY RELAXATION SHRINKAGE PREDICTION OF BORDEAUX FIBER USING A FEED FORWARD NEURAL	Assoc. Prof. Dr. Baeza S. Roberto

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 17	Assoc.Prof. Dr. Shorena Tsiklauri	1	CURBING ABUSES OF LEGAL POWER IN THE SOCIETY	Tajudeen Ojo Ibraheem
		2	SOCIAL STRUCTURE, INVOLUNTARY RELATIONS, AND URBAN POVERTY	Mahmood Niroobakhsh
		3	KNOWLEDGE TRANSFER AND THE TRANSLATION OF TECHNICAL TEXTS	Dr. Ahmed Alaoui
		4	THE INFLUENCE OF ISLAMIC ARTS ON OMANI WEAVING MOTIFS	Zahra Ahmed Al-Zadjali
		5	HANDLING COMPLEXITY OF A COMPLEX SYSTEM DESIGN: PARADIGM, FORMALISM AND TRANSFORMATIONS	Hycham Aboutaleb Bruno Monsuez
		6	UNDERSTANDING EUROPE'S ROLE IN THE AREA OF LIBERTY, SECURITY AND JUSTICE AS AN INTERNATIONAL ACTOR	Sarah Barrere
		7	THE METHODOLOGY OF OUT-MIGRATION IN GEORGIA	Assoc.Prof. Dr. Shorena Tsiklauri
		8	AN IN-DEPTH ANALYSIS OF OPEN DATA PORTALS AS AN EMERGING PUBLIC E-SERVICE	Dr. Martin Lnenicka
		9	THE NATURE OF ORIGIN OF NEW CRIMINAL OCCURRENCES IN GJAKOVA REGION: CULTURAL AND CRIMINOLOGICAL "INTERSECTION" IN 1999-2009	Bekim Avdiaj

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Doç. Dr. Gülen ÖZYAZICI	1	Evaluation of Hybrid Rice Program In San Miguel, Bulacan: Microlevel Evidences	Scho C. Fillarca
		2	HASANKEYF İNCİRİNİN GÜNEŞ BACASI SERA ALANINDA KURUTULMASININ DENEYSEL OLARAK ARAŞTIRILMASI	Doç. Dr. Hakan Karakaya Fikret Kızır
		3	THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON ECOLOGICAL LIFE CYCLE IN SUDAN	Lecturer Wadah ELSHEIKH Assoc. Prof. Dr. İlknur UCAK Assoc. Prof. Dr. M. Cüneyt BAĞDATLI
		4	AGRICULTURAL PRODUCTION ASSESSMENT OF THE WORLD DURING COVID-19 PERIOD	Researcher, Maliha AFREEN Assoc. Prof. Dr. İlknur UCAK Assoc. Prof. Dr. M. Cüneyt BAĞDATLI
		5	MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS USED IN THE COSMETICS INDUSTRY	Doç. Dr. Gülen ÖZYAZICI
		6	EFFECT OF FOLIAR ZINC APPLICATIONS ON SOME AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF CORIANDER (Coriandrum sativum L.)	Doç. Dr. Gülen ÖZYAZICI
		7	BİTKİ PATOJENİ FUNGUSLAR İLE MÜCADELEDE CRISPR TEKNOLOJİSİ	Dr. Öğr. Üyesi, Ahmet ÇAT
		8	FİTOPATOJEN FUNGUSLARIN KONTROLÜNDE NANOPARTİKÜLLERİN KULLANIMI	Dr. Öğr. Üyesi, Ahmet ÇAT

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Doç. Dr. Mehmet KAPLAN	1	TARIMSAL SAVAŞIMDA KULLANILAN PESTİSİTLERİN YOL AÇTIĞI ÇEVRE SORUNLARI	Doç. Dr. Mehmet KAPLAN
		2	THE EFFECT OF GLOBAL CLIMATE CHANGES ON INSECT LIFE	Doç. Dr. Mehmet KAPLAN
		3	YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ HAYVANCILIKTA ÖNEMİ	Ziraat Yüksek Mühendis Muhittin ÜNAL Prof.Dr.Dilek BOSTAN BUDAK
		4	HAYVANCILIK İŞLETME ATIKLARININ ÇEVREYE ETKİLERİ VE EKONOMİYE KAZANDIRILMASI	Ata Mustafa KARA Prof.Dr.Dilek BOSTAN BUDAK
		5	MACAR FİĞİ (Vicia pannonica Crantz.) VE ARPA (Hordeum vulgare L.) KARIŞIM ORANLARININ BAZI SİLAJ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ	Doç. Dr. Mehmet Arif ÖZYAZICI Dr. Öğr. Üyesi Semih AÇIKBAŞ
		6	KÜKÜRT DOZLARINA BAĞLI OLARAK KOCA FİĞ (Vicia narbonensis L.) BİTKİSİNDE BAZI TARIMSAL KARAKTERLERİN DEĞİŞİMİ	Doç. Dr. Mehmet Arif ÖZYAZICI Dr. Öğr. Üyesi Semih AÇIKBAŞ
		7	Effects of Some Tablet Detergents on Germination and Root Length of Pisum sativum L. Seeds	Dilek Sezer Prof. Dr. Özlem Aksoy
		8	Arbusküler Mikorizal Fungus (AMF) Sporu ve MAP Gübre Uygulamasının Bazı Mısır Çeşitleri İle Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler Üzerine Etkisi	Emel ATMACA Marfaa Hasan Mahmood MAHMOOD
		9	NARİNGENİN'İN ANTİDİYABETİK OLDUĞU İDDİALARI YANLIŞ OLABİLİR	Doç. Dr. KASIM TAKIM
		10	ERKEN HASATIN SOĞUK SIKIM ZEYTİNYAĞINDA TOPLAM FENOLİK VE TOPLAM FLOVANOİD MİKTARI ÜZERİNE ETKİSİ	Doç. Dr. KASIM TAKIM

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Prof. Dr. Esin BASIM	1	EVALUATION OF THE KNOWLEDGE STATUS OF CULTIVATED MUSHROOM PRODUCERS IN KORKUTELİ DISTRICT OF ANTALYA PROVINCE ABOUT ORGANIC AGRICULTURE	Prof. Dr. Esin BASIM Prof. Dr. Hüseyin BASIM
		2	Plant Protection Problems and Solution Suggestions of Söğüt District Plateau Greenhouse Producers	Prof. Dr. Esin BASIM
		3	TÜRKİYE BALIKÇILIĞI VE SORUNLARI	Doç.Dr.Veysel PARLAK
		4	İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SU ÜRÜNLERİ	Doç.Dr.Veysel PARLAK
		5	GÜMÜŞİ HAVUZ BALIĞININ (Carassius gibelio) LAGENAR VE UTRİKULAR OTOLİT ÖLÇÜMLERİ İLE BALIK BOYU ARASINDAKİ İLİŞKİLER	Dr. Semra SAYGIN Doç. Dr. Melek ÖZPİÇAK Prof. Dr. Savaş YILMAZ
		6	EVALUATION OF BEE POLLEN FOR FOOD SAFETY HAZARDS	Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Emin AYDEMİR Araş. Gör. Enes SEZER
		7	DOLGULU GEVREK REÇETE VE PROSES GELİŞTİRMESİ	Arge Uzman Yardımcısı, Hasret Beyza Pınar HOCAZADE
		8	BETALAIN PİGMENTİ VE BİSKÜVİDE KULLANIMI	ANI KUŞCU MERVE KAHRAMAN
		9	EFFECTS OF SHORT OR LONG-TERM PROGESTERONE-CONTAINING SPONGE TREATMENTS ON MALONDIALDEHYDE AND GLUTATHIONE IN TUJ EWES	Assoc. Prof. Mushap KURU Assoc. Prof. Mustafa MAKAV
		10	THE EFFECT OF OVARECTOMY ON TOTAL CHOLESTEROL, HIGH-DENSITY LIPOPROTEIN, AND LOW-DENSITY LIPOPROTEIN IN RATS	Assoc. Prof. Mustafa MAKAV Assoc. Prof. Mushap KURU

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Doç. Dr. Abdullah Candan	1	Faz İzoleli Hava Aralıklı Yüksek Gerilim Busbar Çözümü	Dursun ERİŞ Vedat VOŞKI Hıdır GÖĞÜLTER Ahmet Can YALÇIN Mehmet Can BÜYÜKDÖĞEROĞLU Doç. Dr., Ahmet FEYZİOĞLU
		2	SÜREKLİ MIKNATISLI TÜBÜLER DC LİNEER MOTOR PARAMETLERİNİN BELİRLENMESİ	Öğr. Gör. Dr. Ziya DEMİRKOL Doç. Dr. Uğur HASIRCI
		3	YÜKSEK BASINÇLI DÖKÜM YÖNTEMİ İLE ÜRETİLEN PARÇALARIN ÇAPAK ALMA PROSESLERİNİN ENDÜSTRİYEL ROBOTLAR KULLANILARAK İYİLEŞTİRİLMESİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ	Robot ve Otomasyon Mühendisi, Umut COŞGUN Doç. Dr., Ahmet FEYZİOĞLU
		4	PARK BAHÇE ve SOKAK AYDINLATMASI VE FARKLI UYGULAMALAR İÇİN KOLAY ÇOKLANABİLİR YAPIDA, TOZ TUTMAYAN ARMATÜR TASARIMI GELİŞTİRİLMESİ	Ömer İŞBİLİR Murat KOCAOĞLU Doç. Dr., Ahmet FEYZİOĞLU
		5	NANOPARTİKÜL TAKVİYESİNİN TEK BİNDİRMELİ BAĞLANTILARDA ÇENTİKLİ KOMPOZİT MALZEMELERİN ÇEKME DAVRANIŞLARINA ETKİSİ	Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Emin DEMİR Arş. Gör. Dr., Raşit Koray ERGÜN
		6	LİTYUM BAZLI Li ₂ MgSn HEUSLER ALAŞIMININ YAPISAL, ELEKTRONİK VE ELASTİK ÖZELLİKLERİ	Doç. Dr. Abdullah Candan Doç. Dr. Aytaç Erkişi
		7	GGA VE GGA + mBJ FONKSİYONELİ İLE YARI HEUSLER LiAgTe BİLEŞİMİNİN YAPISAL VE ELEKTRONİK ÖZELLİKLERİNE İLİŞKİN İLK PRENSİPLER ÇALIŞMASI	Doç. Dr. Abdullah Candan Doç. Dr. Aytaç Erkişi
		8	ACTUATOR TECHNOLOGIES USED IN EXOSKELETONS	Arş.Gör.Dr. Melih CANLIDİNÇ Dr.Öğr.Üyesi, Mustafa GÜLEŞEN

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Dr.Öğr.Üyesi Nilay ÇAKICI	1	HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNDE KLİNİK KARAR VERME BECERİSİ İLE DUYGUSAL ZEKA ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi Kezban KORAŞ SÖZEN
		2	HEMŞİRELİK SON SINIF ÖĞRENCİLERİNİN HEMŞİRELİK MESLEĞİNİ ALGILAMA DURUMLARI VE KARIYER GELECEKLERİNE YÖNELİK TUTUMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi Kezban KORAŞ SÖZEN Öğr. Gör. Tuğba AYDEMİR
		3	UNİVERSİTY STUDENTS' VIEWS AND METAPHORICAL PERCEPTIONS ON EYE HEALTH AND OPTOMETRY	Şevval BARUT
		4	KOLALI İÇECEKLERİN KÖK-UR NEMATODLARI (Nematoda: Meloidogyne spp.) VE BİTKİDE NEMATODTAN KAYNAKLANAN ZARAR ÜZERİNE ETKİLERİ	Ziraat Yük. Müh. Şevval BARUT Prof. Dr. Sevilhan Mennan
		5	SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN YAPAY ZEKA KAYGISI	Dr.Öğr.Üyesi Nilay ÇAKICI
		6	ERİŞKİN YOĞUNBAKIMDA HEMŞİRELERİN HASTALARLA ETKİLEŞİMİ	Dr.Öğr.Üyesi Nilay ÇAKICI
			EXAMINATION OF HEALTHY LIFESTYLE BEHAVIORS OF UNIVERSITY STUDENTS STAYING IN DORMITORIES AFFILIATED WITH THE CREDIT AND DORMITORIES INSTITUTION	Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ÇAPUK
			VOLEYBOLCULARA UYGULANAN PROPRİOSEPTİF NÖROMÜSKÜLER FASILİTASYON GERME EGZERSİZLERİNİN ANAEROBİK GÜÇ ESNEKLİK VE MOTORİK ADAPTASYONLAR ÜZERİNE RANDOMİZE KONTROLLÜ ÇALIŞMA	Yüksek Lisans Öğrencisi Recep YAYLA Doç. Dr. Zariye PANCAR Doktora Öğrencisi Muhammet Kaan DARENDELİ
		7	HEMŞİRELİK VE İNOVASYON	Öğr. Gör. İlknur PALAZ Öğr. Gör. Dr. Ahmet TAŞ
		8	HEMŞİRELİK ALANINDA BİLİŞİM UYGULAMALARI	Öğr. Gör. Dr. Ahmet TAŞ Öğr. Gör. İlknur PALAZ

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Associate Professor, Seher ARSLANKAYA	1	S700 ÇELİĞİNİN VE HARDOX 450 ÇELİKLERİNİN, ROBOTİK KAYNAK TEKNOLOJİSİYLE, ER 110S-G TEL İLE BİRLEŞTİRİLMESİ VE KAYNAK KABİLİYETLERİNİN İNCELENMESİ	Volkan DEMİREL Evren KOCAOĞLU Doç. Dr. Volkan KIRMACI
		2	PRICE ESTIMATION PROGRAM FOR SECOND-HAND VEHICLES WITH MACHINE LEARNING	Associate Professor, Seher ARSLANKAYA
		3	PERFORMANCE RANKING OF SALES AND MARKETING EXPERTS IN A COMPANY USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS	Associate Professor, Seher ARSLANKAYA
		4	AYAKKABI MALZEMELERİNİN AYAK SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	Dr.Öğr.Üyesi Hatice ER Doç.Dr.Nuray O. IŞIK EMEKSİZ Öğr.Gör. Ertan EROL
		5	DERİ KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE GERİ DÖNÜŞÜM OLANAKLARI	Doç. Dr. Nuray O. IŞIK EMEKSİZ Dr. Öğr. Üyesi Hatice ER Öğr. Gör. Ertan EROL

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Dr. Öğr. ÜYESİ Abdullah SEVİN	1	RPA AND AI: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES	Zeynep ÖRPEK Büşra TURAL Samet ÖZMEN
		2	INCREASED EFFICIENCY WITH ROBOTIC PROCESS AUTOMATION AND TRANSFORMATION OF ROBOTIC PROCESS AUTOMATION PROCESSES WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE: EXAMPLE OF VAKIF PARTICIPATION BANK	İlknur COŞKUNER Kazım Tamer KARAGÖZ Fatih KAZOVA
		3	USING METAHEURISTIC METHODS AND COMPARISON OF ALGORITHMS IN REAL-WORLD PROBLEMS	Oğuzhan DİLBER Dr. Öğr. Üyesi Serhat KILIÇARSLAN Doç. Dr. Abdullah ELEN
		4	SOLVING REAL-WORLD PROBLEMS WITH METAHEURISTIC METHODS AND PERFORMANCE COMPARISON OF ALGORITHMS IN THE LITERATURE	Samet PANDA Dr. Öğr. Üyesi Serhat KILIÇARSLAN Doç. Dr. Abdullah ELEN
		5	DESIGNING LATTICE-STRUCTURED EXPERIMENTAL SPECIMENS VIA AUTOMATED PARAMETER ITERATIONS USING NTOPCL AND PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE	Research Assistant, Ahmet DAYANÇ
		6	A COMPREHENSIVE COMPARISON OF NETWORK SIMULATION TOOLS	Sümeyye TEMİZEL Şeyma Nur GEZMİŞ Dr. Öğr. ÜYESİ Abdullah SEVİN
		7	COMPARISON OF DISCRETE EVENT SIMULATION APPROACHES	Dr. Öğr. ÜYESİ Abdullah SEVİN Süleyman ÖNDER

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 13:00 – 15:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Doç. Dr., Safiye SARI	1	BREAKING WHEEL IN BYZANTINE AND ITS TRACES IN BYZANTINE PAINTING	Dr. Öğr. Üyesi, A. Nazlı SOYKAN
		2	18. VE 19. YÜZYIL GİYİM BİÇİMSELLİĞİNDE REDİNGOT	Doç. Dr., Safiye SARI
		3	GELENEKSEL İSKİLİP EVLERİNDE YAPIM TEKNİĞİ VE MALZEME KULLANIMI	Dr. Doğan KOŞAN
		4	TROİA I-V. TABAKA ÇANAK ÇÖMLEKLERİ ÜZERİNDE YER ALAN İNSAN YÜZÜ TASVİRLERİ	Yük. Lis. Öğr., ECEM ÇAĞLAYAN
		5	PYOTR ILYICH TCHAIKOVSKY PERCUSSION INSTRUMENTS PARTS IN THE “1812 OVERTURE” ANALYSIS IN TERMS OF PERFORMANCE TECHNIQUES	Yüksek Lisans Öğrencisi, Sinan ANGIŞHAN Doçent, Bahadır ÇOKAMAY
		6	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF GRADUATE THESIS IN TROMBONE	Yüksek Lisans Öğrencisi, Serdar ER Doçent, Bahadır ÇOKAMAY
		7	TÜRKİYEDE GRAFİK TASARIMININ SÜRDÜREBİLİR ÇEVREYE OLAN KATKILARI	Yüksek Lisans Öğrencisi, Yılmaz SERT
		8	HERBAL DECORATION CLOTHES FROM THE 20TH CENTURY FOUND IN KONYA	Araştırma Görevlisi Dr. ŞERİFE DOĞAN
		9	NEEDLE LACES FOUND IN KONYA HOUSES	Araştırma Görevlisi Dr. ŞERİFE DOĞAN
		10	RESİM SANATINDA SUFİLERİN İMGESEL TEMSİLİ, CEMAL TOLLU’NUN SEMA TÖRENİ TABLOSU	Arş. Gör. Dr. Mert Yavaşca

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Swapnil Rajan Kashikar	1	BANANA PEEL-BASED ECO-SORPTION: A NOVEL AND SUSTAINABLE TECHNIQUE FOR MANGANESE ION REMEDIATION	Seham Ghalwash, Ayman Ismail
		2	EXPLORING THE ANTIMICROBIAL POTENTIAL OF EUCALYPTUS CAMENDULENSIS ESSENTIAL OIL: A MULTIFACETED APPROACH TO TARGETING BACTERIA AND FUNGI	Yizhen Zhao, Adam S. Z. Belloum,
		3	ENABLING PRECISION SQUARE WATERMELON SHAPING: UNVEILING THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF A MECHANICAL FORCE GAUGE	Gonçalo Maia da Costa, Zhiming Zhao
		4	HARNESSING THE BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL OF ENDOPHYTIC FUNGI FROM HIBISCUS LEAVES: ISOLATION AND IDENTIFICATION OF FIBRINOLYTIC PROTEASES	Yanting Nawata Kazumitsu Cao,
		5	EXPLORING THE BIOACTIVE COMPOUNDS IN NIGELLA SATIVA WITH CYTOTOXIC ACTIVITY: A SULFORHODAMINE-B ASSAY-GUIDED FRACTIONATION STUDY	Swapnil Rajan Kashikar Ajay Vasant Rao Jadhav,
		6	INVESTIGATING THE EFFECTS OF AMINOPOLYETHER ON 18F-FDG PROPERTIES AND ITS IMPLICATIONS FOR PET IMAGING APPLICATIONS	Edward Pol
		7	UNVEILING THE POTENTIAL OF AMINO ACID-BASED MICELLES IN DRUG DELIVERY: SYNTHESIS, CHARACTERIZATION, AND APPLICATIONS	Nafe Moradkhani, Frederick Benaben, Benoit Montreuil,
		8	INVESTIGATING THE BARRIERS TO TREATMENT COMPLETION AND THEIR ASSOCIATION WITH HEALTH-RELATED QUALITY OF LIFE AMONG TUBERCULOSIS PATIENTS IN YEMEN	Dr. Ali Vatankhah Barenji, Dima Nazzal
		9	DEVELOPING INTERVENTIONS TO IMPROVE HEALTH-RELATED QUALITY OF LIFE FOR LOST TO FOLLOW-UP TUBERCULOSIS PATIENTS IN YEMEN: A NEEDS ASSESSMENT	Swapnil Rajan Jadhav, Ajay Vasant Rao Kashikar
		10	TACKLING ANTIBIOTIC OVERUSE IN IRAQI ACUTE CARE: A MULTIFACETED APPROACH TO OPTIMIZING PRESCRIBING PRACTICES AND COMBATING ANTIMICROBIAL RESISTANCE	Dr. Raja Kannusamy

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Assoc. Prof. Dr. Diana Gil Herrera	1	STUDYING THE INTERCALATION OF LOW DENSITY POLYETHYLENE/CLAY NANOCOMPOSITES AFTER DIFFERENT UV EXPOSURES	Assis. Prof. Dr. Samir Al-Zobaidi
		2	EFFECT OF SEWING SPEED ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF FIREFIGHTER SEWING THREADS	Adnan Mazar Engin Akcagun Antonin Havelka Funda Buyuk Mazari, Pavel Kejzlar
		3	THE EXPERIMENTAL AND NUMERICAL ANALYSIS OF TRIP STEEL WIRE DRAWING PROCESSES DRAWN WITH DIFFERENT PARTIAL REDUCTIONS	Lecture Sylwia Wiewiorowska, Assis. Prof. Dr. Zbigniew Muskalski
		4	PREDICTION OF SOLIDIFICATION BEHAVIOR OF AL ALLOY IN A CUBE MOLD CAVITY	N. P. Yadav Assoc. Prof. Deepti Verma
		5	INFLUENCE OF HIGH TEMPERATURE AND HUMIDITY ON POLYMER COMPOSITES USED IN RELINING OF SEWAGE	Parastou Kharazmi Folke Björk
		6	ANTICORROSIVE POLYURETHANE CLEAR COAT WITH SELF-CLEANING CHARACTER	Prof. Nihit Madireddi P. A. Mahanwar
		7	EFFECTS OF COUPLING AGENT ON THE PROPERTIES OF DURIAN SKIN FIBRE FILLED POLYPROPYLENE COMPOSITE	Hazleen Anuar Nur Aimi Mohd Nasir Yousuf El-Shekeil
		8	RESPONSE SURFACE METHODOLOGY FOR OPTIMUM HARDNESS OF TIN ON STEEL SUBSTRATE	R. Joseph Raviselvan K. Ramanathan P. Perumal M. R. Thansekhar
		9	THE EFFECTS AND INTERACTIONS OF SYNTHESIS PARAMETERS ON PROPERTIES OF MG SUBSTITUTED HYDROXYAPATITE	S. Sharma U. Batra S. Kapoor, A. Dua
		10	Experimental Investigation on Mechanical Properties of Rice Husk Filled Jute Reinforced Composites	Priyankar Pratim Deka, Sutanu Samanta

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 11	Assis. Prof. Dr. Yasnida Asha	1	SATELLITE RAINFALL PREDICTION TECHNIQUES - A STATE OF THE ART REVIEW	S. Sarumathi N. Shanthi S. Vidhya
		2	MATERIAL PARAMETER IDENTIFICATION OF MODIFIED ABDELKARIM-OHNO MODEL	Pedro F. Albuquerque Assis. Prof. Dr. Pedro V. Gamboa Assoc. Prof. Miguel A. Silvestre
		3	"FRICTION SURFACES" OF AIRPORT EMERGENCY PLAN	Dr. Jakub Kraus, Vladimír Plos, Peter Vittek
		4	PARAMETRIC INVESTIGATION OF AIRCRAFT DOOR'S EMERGENCY POWER ASSIST SYSTEM (EPAS)	Dr. Marshal D. Kafle Jun H. Kim Hyun W. Been Kyoung M. Min Sung H. Kim
		5	ACOUSTIC BEHAVIOR OF POLYMER FOAM COMPOSITE OF SHOREA LEPROSULA AFTER UV-IRRADIATION EXPOSURE	Anika Zafiah M. Rus S. Shafizah
		6	MODELING AND SIMULATION OF AXIAL FAN USING CFD	Assis. Prof. Dr. Hemant Kumawat
		7	A MODIFIED DECOUPLED SEMI-ANALYTICAL APPROACH BASED ON SBFEM FOR SOLVING 2D ELASTODYNAMIC PROBLEMS	M. Fakharian M. I. Khodakarami
		8	NUMERICAL INVESTIGATION OF NANOFLUID BASED THERMOSYPHON SYSTEM	Kiran Kumar K Ramesh Babu Bejjam Atul Najan
		9	PREDICTION OF SCOUR PROFILE CAUSED BY SUBMERGED THREE-DIMENSIONAL WALL JETS	Abdullah Al Faruque Ram Balachandar
		10	NUMERICAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF NUMBER OF WAVES ON HEAT TRANSFER IN A WAVY WALL ENCLOSURE	Assis. Prof. Dr. Ali Reza Tahavvor Assis. Prof. Dr. Saeed Hosseini Dr. Afshin Karimzadeh Fard

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 12	Simon B. N. Thompson	1	CORRELATIONAL ANALYSIS BETWEEN BRAIN DOMINANCES AND MULTIPLE INTELLIGENCES	Lakshmi Dhandabani, Rajeev Sukumaran
		2	AWARENESS OF STUDENTS AND TEACHERS TOWARDS AIDS AND AIDS EDUCATION	Assis. Prof. Dr. Anjan Saikia
		3	APPLICATION OF SINGLE SUBJECT EXPERIMENTAL DESIGNS IN ADAPTED PHYSICAL ACTIVITY RESEARCH: A DESCRIPTIVE ANALYSIS	Jiabei Zhang Ying Qi
		4	THE CLASSIFICATION PERFORMANCE IN PARAMETRIC AND NONPARAMETRIC DISCRIMINANT ANALYSIS FOR A CLASS- UNBALANCED DATA OF DIABETES RISK GROUPS	Dr. Lily Ingsrisawang Assis. Prof. Dr. Tasanee Nacharoen
		5	VALIDATION OF AN ACUITY MEASUREMENT TOOL FOR MATERNITY SERVICES	Cherryl Lowe
		6	A COMPREHENSIVE METHOD OF FAULT DETECTION AND ISOLATION BASED ON TESTABILITY MODELING DATA	Junyou Shi Weiwei Cui
			YAWNING AND CORTISOL AS A POTENTIAL BIOMARKER FOR EARLY DETECTION OF MULTIPLE SCLEROSIS	Simon B. N. Thompson
			AN APPLICATION OF SELF-HEALTH RISK ASSESSMENT AMONG POPULATIONS LIVING IN THE VICINITY OF A FIBER-CEMENT ROOFING FACTORY	Assis. Prof. Dr. Phayong Thepaksorn
			PREDICTORS OF NON-ALCOHOLIC FATTY LIVER DISEASE IN EGYPTIAN OBESE ADOLESCENTS	Moushira Zaki Wafaa Ezzat Yasser Elhosary, Omnia Saleh
		7	ANGIOGRAPHIC EVALUATION OF ETT (TREADMILL) POSITIVE PATIENTS IN A TERTIARY CARE HOSPITAL OF BANGLADESH	Syed Dawood Md. Taimur, Saidur Rahman Khan, Farzana Islam

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 13	Prof. Dr. Fadiah Sultany	1	DIFFERENTIAL SENSITIVITY OF NITROGEN-FIXING, FILAMENTOUS CYANOBACTERIAL SPECIES TO AN ORGANOCHLORINE INSECTICIDE - 6, 7, 8, 9, 10, 10-HEXACHLORO-1, 5, 5A, 6, 9, 9A-HEXAHYDRO-6, 9-METHANO-2, 4, 3-BENZODIOXATHIOPINE-3-OXIDE	Nirmal J.I. Kumar, Dr. Anubhuti A. Bora, Assis. Prof. Dr. Manmeet K. Amb
		2	AN EVALUATION OF PESTICIDE STRESS INDUCED PROTEINS IN THREE CYANOBACTERIAL SPECIES- ANABAENA FERTILISSIMA, AULOSIRA FERTILISSIMA AND WESTIELLOPSIS PROLIFICA USING SDS-PAGE	Nirmal Kumar, Rita N. Kumar, Anubhuti Bora, Manmeet Kaur Amb
		3	COMPUTATIONAL IDENTIFICATION OF MICRORNAS AND THEIR TARGETS IN TWO SPECIES OF EVERGREEN SPRUCE TREE (PICEA)	Assis. Prof. Dr. Muhammad Y.K. Barozai, Ifthikhar A. Baloch, M. Din
		4	A NEW APPROACH IN PROTEIN FOLDING STUDIES REVEALED THE POTENTIAL SITE FOR NUCLEATION CENTER	Nurul Bahiyah Ahmad Khairudin, Habibah A Wahab
		5	DETECTION OF OXIDATIVE STRESS INDUCED BY MOBILE PHONE RADIATION IN TISSUES OF MICE USING 8-OXO-7, 8-DIHYDRO-2'-DEOXYGUANOSINE AS A BIOMARKER	Phd. Can Ahmad M. Khalil, Dr. Ahmad M. Alshamali, Marwan H. Gagaa
		6	MICROBIAL OIL PRODUCTION BY ISOLATED OLEAGINOUS YEAST TORULASPORA GLOBOSA YU5/2	Rita Kumar, Alka Sharma, Purnima Dhall, Niha M. Kulshreshtha, Anil Kumar
		7	HIGH-INTENSITY NANOSECOND PULSED ELECTRIC FIELD EFFECTS ON EARLY PHYSIOLOGICAL DEVELOPMENT IN ARABIDOPSIS THALIANA	Assis. Prof. Dr. Wisuwat Songnuan, Dr. Phumin Kirawanich
		10	MICRO-AEROBIC, ANAEROBIC AND TWO-STAGE CONDITION FOR ETHANOL PRODUCTION BY ENTEROBACTER AEROGENES FROM BIODIESEL-DERIVED CRUDE GLYCEROL	Kanokrat Saisaard, Irini Angelidaki, Poonsuk Prasertsan
			CHARACTERIZATION OF THE O.U.L-MS952 INTRON:A POTENTIAL MOLECULAR MARKER TO DISTINGUISH BETWEEN OPHIOSTOMA ULMI AND OPHIOSTOMA NOVO-ULMI SUBSP. AMERICANA	Mohamed Hafez, Georg Hausner

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 14	Assis. Prof. Dr. S. Asadzadeh Vostakolaei	1	SEX DIFFERENCES IN THYROID GLAND STRUCTURE OF RABBITS	Parchami A., Fatahian Dehkordi RF.
		2	EVALUATION OF PROTEIN DIGESTIBILITY IN CANOLA MEALS BETWEEN CAECECTOMISED AND INTACT ADULT COCKERELS	Ali Nouri Emamzadeh, Akbar Yaghobfar
		3	EFFECT OF L-ARGININE ON NEUROMUSCULAR TRANSMISSION OF THE CHICK BIVENTER CERVICIS MUSCLE	Assis. Prof. Dr. S. Asadzadeh Vostakolaei
		4	THE RELATIONSHIP BETWEEN SHEEP MANAGEMENT AND LAMB MORTALITY	Assis. Prof. Dr. T. M. Mousa-Balabel
		5	EFFECT OF STOCKING DENSITY ON MONOSEX NILE TILAPIA GROWTH DURING POND CULTURE IN INDIA	Suman B. Chakraborty, Samir Banerjee
		6	PRAGATI NODE POPULARITY (PNP) APPROACH TO IDENTIFY CONGESTION HOT SPOTS IN MPLS	E. Ramaraj, A. Padmapriya
		7	IMPROVEMENT OF SEMEN QUALITY IN HOLSTEIN BULLS DURING HEAT STRESS BY SUPPLEMENTING OMEGA-3 FATTY ACIDS	Hamid. Gholami, Mohammad. Chamani, Armin. Towhidi, Mohammad. H. Fazeli
		8	THE RELATIONSHIP BETWEEN EXCRETA VISCOSITY AND TMEN IN SBM	Assis. Prof. Ali Nouri Emamzadeh
		9	ANTICOAGULATORY ROLE OF AN ERGOT MESYLATE: HYDERGINE	Fareeha A., Irfan Z Qureshi
		10	THE EFFECT OF SELECTIVE CYCLOOXYGENASE (COX) INHIBITORS ON JAPANESE MEDAKA (ORYZIAS LATIPES) REPRODUCTION PARAMETERS	Dr. Agata Kowalska, Radosław K. Kowalski, Assis. Prof. Dr. Zdzisław Zakęś

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 15	Manal E. Fareed	1	PERCEPTIONS OF HEALTH STATUS AND LIFESTYLE HEALTH BEHAVIORS OF POOR PEOPLE IN MAURITIUS	Smita S. D. Goorah, Melisha Panchoo
		2	SPREADING DYNAMICS OF A VIRAL INFECTION IN A COMPLEX NETWORK	Assis. Prof. Dr. Khemanand Moheeput, Smita S. D. Goorah, Satish K. Ramchurn
		3	CHASE TRAINER EXERCISE PROGRAM IN ATHLETE WITH UNILATERAL PATELLOFEMORAL PAIN SYNDROME (PFPS)	Asha Hasnimy Mohd Hashim, Lee Ai Choo
		4	ANALYSIS OF METALLOTHIONEIN GENE MT1A (RS11076161) AND MT2A (RS10636) POLYMORPHISMS AS A MOLECULAR MARKER IN TYPE 2 DIABETES MELLITUS AMONG MALAY POPULATION	Assis. Prof. Dr. Norsakinah Mohammad Osman, Ali Etemad, Assoc. Prof. Dr. Patimah Ismail
		5	EFFECT OF ON-DEMAND CUEING ON FREEZING OF GAIT IN PARKINSON'S PATIENTS	Prof. Dr. Rosemarie Velik
		6	EFFECT OF COLD, WARM OR CONTRAST THERAPY ON CONTROLLING KNEE OSTEOARTHRITIS ASSOCIATED PROBLEMS	Amal E. Shehata, Manal E. Fareed
		7	CHEMOTHERAPY SAFETY PROTOCOL FOR ONCOLOGY NURSES: IT'S EFFECT ON THEIR PROTECTIVE MEASURES PRACTICES	Magda M. Mohsen, Manal E. Fareed
		8	FITTER - A FRAMEWORK FOR INTEGRATING ACTIVITY TRACKING TECHNOLOGIES INTO ELECTRIC RECREATION FOR CHILDREN AND ADOLESCENTS	R. Altamimi, G. Skinner, K. Nesbitt
		9	CONSUMPTION PATTERN AND DIETARY PRACTICES OF PREGNANT WOMEN IN ODEDA LOCAL GOVERNMENT AREA OF OGUN STATE	Dr. Ademuyiwa, Assis. Prof. Dr. M. O., Sanni, S. A.
		10	BIOMECHANICS ANALYSIS WHEN DELIVERING BABY	Kristyanto B.

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 16	Dr. Sherzod Messikh	1	MAXIMUM POWER POINT TRACKING BASED ON ESTIMATED POWER FOR PV ENERGY CONVERSION SYSTEM	Assis. Prof. Dr. Zainab Almkhtar, Dr. Adel Merabet
		2	EFFECT OF COLLECTOR ASPECT RATIO ON THE THERMAL PERFORMANCE OF WAVY FINNED ABSORBER SOLAR AIR HEATER	Abhishek Priyam, Prabha Chand
		3	SIMILITUDE FOR THERMAL SCALE-UP OF A MULTIPHASE THERMOLYSIS REACTOR IN THE CU-CL CYCLE OF A HYDROGEN PRODUCTION	Assis. Prof. Dr. Mohammed W. Abdulrahman
		4	ENHANCEMENT OF THERMAL PERFORMANCE OF LATENT HEAT SOLAR STORAGE SYSTEM	Rishindra M. Sarviya, Ashish Agrawal
		5	A ZVT-ZCT-PWM DC-DC BOOST CONVERTER WITH DIRECT POWER TRANSFER	Naim Suleyman Ting, Yakup Sahin, Ismail Aksoy
		6	INTELLIGENT MAXIMUM POWER POINT TRACKING USING FUZZY LOGIC FOR SOLAR PHOTOVOLTAIC SYSTEMS UNDER NON-UNIFORM IRRADIATION CONDITIONS	Assis. Prof. Dr. P. Selvam, Ress. Assis S. Senthil Kumar
		7	AN IMPROVED CUCKOO SEARCH ALGORITHM FOR VOLTAGE STABILITY ENHANCEMENT IN POWER TRANSMISSION NETWORKS	Reza Sirjani, Nobosse Tafem Bolan
		8	TECHNICAL ANALYSIS OF COMBINED SOLAR WATER HEATING SYSTEMS FOR COLD CLIMATE REGIONS	Hossein Lotfizadeh, André McDonald, Amit Kumar
		9	AN EXPERIMENTAL STUDY ON EVACUATED TUBE SOLAR COLLECTOR FOR STEAM GENERATION IN INDIA	Assis. Prof. Dr. Avadhesh Yadav, Anunaya Saraswat
		10	COUPLING HEAT AND MASS TRANSFER FOR HYDROGEN-ASSISTED SELF-IGNITION BEHAVIORS OF PROPANE-AIR MIXTURES IN CATALYTIC MICRO-CHANNELS	Junjie Chen, Deguang Xu

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 13:30 – 15:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 17	Assoc. Prof. Dr. Michael S. Quiming,	1	REAL-TIME RECOGNITION OF DYNAMIC HAND POSTURES ON A NEUROMORPHIC SYSTEM	Qian Liu, Steve Furber
		2	OPTIMAL PLANNING OF DISPATCHABLE DISTRIBUTED GENERATORS FOR POWER LOSS REDUCTION IN UNBALANCED DISTRIBUTION NETWORKS	Mahmoud M. Othman, Y. G. Hegazy, A. Y. Abdelaziz
		3	OPTIMAL ECONOMIC LOAD DISPATCH USING GENETIC ALGORITHMS	Assis. Prof. Dr. Vijay Kumar, Assis. Prof. Dr. Jagdev Singh, Dr. Yaduvir Singh, Sanjay Sood
		4	EMPIRICAL MODE DECOMPOSITION BASED MULTISCALE ANALYSIS OF PHYSIOLOGICAL SIGNAL	Young-Seok Choi
		5	EXPERIMENTAL IMPLEMENTATION OF MODEL PREDICTIVE CONTROL FOR PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR	Assis. Prof. Dr. Abdelsalam A. Ahmed
		6	ANALYSIS OF DIRECT CURRENT MOTOR IN LABVIEW	E. Ramprasath, P. Manojkumar, P. Veena
		7	IMPROVEMENT OF VOLTAGE PROFILE OF GRID INTEGRATED WIND DISTRIBUTED GENERATION BY SVC	Fariba Shavakhi Zavareh, Hadi Fotoohabadi, Reza Sedaghati
		8	A SIMPLE ADAPTIVE ATOMIC DECOMPOSITION VOICE ACTIVITY DETECTOR IMPLEMENTED BY MATCHING PURSUIT	Thomas Bryan, Veton Kepuska, Ivica Kostanic

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 16:00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Assoc. Prof. Özge ALTINTAŞ	1	EĞİTİM KURUMLARINDA KADIN YÖNETİCİLERİN KARŞILAŞTIĞI SORUNLAR VE ÇÖZÜM YOLLARI	Prof. Dr., Adem BAYAR Yüksek Lisans Öğrencisi, Gülçimen ÇALIŞKAN
		2	REHBER ÖĞRETMEN/PSİKOLOJİK DANIŞMANLARA GÖRE İSTENMEYEN SORUN DAVRANIŞLARIN NEDENLERİ VE ÇÖZÜM YOLLARI	Prof. Dr., Adem BAYAR Yüksek Lisans Öğrencisi, Gülçimen ÇALIŞKAN
		3	ORTAOKUL ÇOCUKLARININ PSİKOLOJİK İYİ OLUŞLARININ ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ	Doç. Dr. Özlem GÖZÜN KAHRAMAN Uzm. Çocuk Gelişimci Ayşe KORKUT
		4	ORTAOKUL ÇOCUKLARININ MİZAH DUYGUSUNUN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ	Doç. Dr. Özlem GÖZÜN KAHRAMAN Uzm. Çocuk Gelişimci Ayşe KORKUT
		5	FROM THE PERSPECTIVE OF HIGH SCHOOL STUDENTS “MY DREAM UNIVERSITY”	Prof. Dr. Ömay ÇOKLUK BÖKEOĞLU Assoc. Prof. Özge ALTINTAŞ Assoc. Prof. H. Deniz GÜLLEROĞLU
		6	EVALUATION OF A COMMON EXAMINATION APPLICATION CONSISTING OF OPEN-ENDED QUESTIONS BASED ON THE PERSPECTIVES OF HIGH SCHOOL STUDENTS	Assoc. Prof. Özge ALTINTAŞ Prof. Dr. Ömay ÇOKLUK BÖKEOĞLU Assoc. Prof. H. Deniz GÜLLEROĞLU
		7	FACTORS CONTRIBUTE TO MOTIVATION IN FOREIGN LANGUAGE LEARNING	Assist. Prof. Dr. Hülya KÜÇÜKOĞLU
		8	SIGNIFICANCE OF LEARNING STRATEGIES IN LANGUAGE CLASSROOMS	Assist. Prof. Dr. Hülya KÜÇÜKOĞLU

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 16:00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Doç.Dr., Mehmet Akif ŞEN	1	Bartın'da Yetişen Doğal Bitkilerin Kentin Mutfak Kültüründeki Yeri ve Önemi	Yüksek Lisans Öğrencisi, Ayşenur SEYİS
		2	TECHNOLOGICAL TRANSFORMATION IN THE FOOD AND BEVERAGE SECTOR: GASTRONOMY 4.0 ERA	Yüksek Lisans (Tezli) Öğrencisi, CİHAN DOĞAN
		3	EXAMINATION OF THE STUDIES ON THE VEGAN FOOD	Sema Nur ERİK Doç. Dr. Hatice PEKMEZ
		4	GASTRONOMİDE SÜPER GIDA OLARAK MİKRO FİLİZLER ÜZERİNE BİR DERLEME ÇALIŞMASI	Dilan İLHAN
		5	TURKISH VEGAN AND VEGETARIAN CUISINE	Sena KAPAKLI Hatice PEKMEZ
		6	A PHENOMIC RESEARCH ON THE PLACE OF PASTRY FOODS IN YALVAC GASTRONOMY TOURISM, BAKERIES PRODUCING DOUGHLESS	Dr. Öğretim Üyesi Gürkan KALKAN Araştırmacı Alime ATEŞ
		7	EVALUATION OF THE GEOGRAPHICAL INDICATION STATUS OF TRABZON'S TRADITIONAL TASTE BLACK CABBAGE SOUP	Doç.Dr., Mehmet Akif ŞEN

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 16:00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	İsmet Safa KAPLAN	1	PARTICIPATION DIFFICULTIES OF HIGH SCHOOL STUDENTS IN RECREATIONAL ACTIVITIES IN MUT DISTRICT OF MERSİN PROVINCE	Ayşe ASLAN Dr. Öğr. Üyesi Faruk GÜVEN
		2	THE EFFECTS OF ZUMBA AND PILATES AS SPORTIVE RECREATION ACTIVITIES ON LIFE SATISFACTION AND HAPPINESS	Elif HALLİ Dr. Öğr. Üyesi Faruk GÜVEN
		3	Kredi ve Yurtlar Kurumundaki Kadın Öğrencilerin Spor Etkinliklerine Yönelimlerinin İncelenmesi	Sibel DOĞUÇ Doç. Dr. Oğuzhan ALTUNGÜL
		4	EXAMİNİNG THE STRUCTURE OF SPORTS FEDERATIONS IN TURKEY	Elanur AYAZ Doç. Dr. Şakir TÜFEKÇİ Doç. Dr. Yalın AYGÜN
		5	COMPARISON OF TÜRKİYE - USA - ENGLAND SPORTS MANAGEMENT STRUCTURES	Muhammed ÇERKES Şakir TÜFEKÇİ Yalın AYGÜN Tekra gönderecek
		6	ANALYSIS OF FREESTYLE SWIMMING PERFORMANCES IN THE OLYMPIC GAMES BY YEARS	İsmet Safa KAPLAN Doç. Dr. Mehmet İMAMOĞLU
		7	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF GRADUATE THESES RELATED TO SWIMMING AND RESPIRATION	İsmet Safa KAPLAN Doç. Dr. Mehmet İMAMOĞLU

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 16:00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Öğr. Gör., Ayça MEZDE	1	ÇOCUK TÜKETİCİLERİN MİKRO ŞÖHRETLERE VE MARKALARA YÖNELİK TUTUMLARI: YOUTUBE ÇOCUK KANALLARI ÜZERİNE BİR İNCELEME	Elif Akkul Güven Prof. Dr. Ceyda Deneçli Arıbakan
		2	MARKA ARKETİPLERİ BAĞLAMINDA TÜRKİYE'DEKİ SANAL MARKET UYGULAMALARININ REKLAM FİMLERİNİN ÇÖZÜMLEMELERİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA	Özlem Beykoz Assist. Prof. Dr. Üyesi Sezgi Turfanda
		3	UNLU MAMULLER VE PASTACILIK SEKTÖRÜNDE, İŞGÖRENLERİN İŞYERİ/İŞLETME DEĞİŞTİRME SIKLIĞI VE ÇALIŞANLARI BUNA İTEN NEDENLER: İZMİR ÖRNEĞİ	Osman OLĞAÇ Prof. Dr. Melike SAKİN YILMAZER
		4	HAVACILIK BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN HAVAYOLU TERCİHLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ: KONYA İLİ KARŞILAŞTIRMALI ÖRNEĞİ	Öğr. Gör., Ayça MEZDE
		5	E-TİCARET SEKTÖRÜNDE LOJİSTİĞİN ÖNEMİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Mohanad A. Alhamid A. Alhussein Albojafar Dr. Öğr. Üyesi, Ömer Faruk ACAR
		6	TÜRK KOOPERATİFÇİLİĞİNDE İŞLETMECİLİK SORUNU VE ÇIKMAZI	Doç.Dr. Ertuğrul GÜREŞÇİ Dr.Öğr.Üyesi. Fatih ÇELİK
		7	A STUDY ON THE AWARENESS OF MANAGERS IN THE LOGISTICS SECTOR ABOUT THE EUROPEAN GREEN DEAL	Reşat Murat CİHAN Prof. Dr. Erkan ÖZDEMİR
		8	A RESEARCH ON DIGITAL MARKETING PRACTICES IN THE PHARMACEUTICAL INDUSTRY	Alparslan ZAMAN Prof. Dr. Erkan ÖZDEMİR

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 16:00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Prof. Dr. Hasan Hüseyin Akkaş	1	KARABAĞ AZERBAJCANDIR	Fahmı BABAYEV
		2	Yabancı Askerî Eğitimin Stratejik Boyutu: Amerika Birleşik Devletleri Örneği	Doktora Öğrencisi, Selçuk Cantürk
		3	AN EVALUATION OF THE INSTITUTIONAL STRUCTURES OF POLITICAL PARTIES FOR THEIR FINANCIAL AUDITS	Assoc. Prof. Dr. Fatih GÜLER
		4	LATEST DEVELOPMENTS REGARDING FINANCIAL AUDIT OF POLITICAL PARTIES IN GREECE	Assoc. Prof. Dr. Fatih GÜLER
		5	METaverse AS A NEW SPACE OF COMMUNICATION IN DIPLOMACY	Doç. Dr. Yiğit Anıl GÜZELİPEK
		6	THE ROLE AND IMPACT OF SOFT POWER ELEMENTS IN THE FORMATION OF SOUTH KOREA'S INTERNATIONAL IMAGE: K-DRAMA, K-POP AND K-FOOD	Yüksek Lisans Öğrencisi, Atife Özge ÖZTÜRK
		7	İNSAN HAKLARININ HALİ PÜR MELALİ	Prof. Dr. Hasan Hüseyin Akkaş

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 16:00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Doç. Dr. Uğur Korkut PATA	1	2000 DÖNEMİ SONRASI EKONOMİK KRİZLERİN İŞÇİ SENDİKALARINA YANSIMALARI: İSTATİSTİKLER ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	Yüksek Lisans Öğrencisi, Ceyda ORAS Doçent Doktor, Mehtap DEMİR
		2	ANALYZING THE STATIONARITY OF FISHING LOAD CAPACITY FACTOR: A CASE OF MINT COUNTRIES	Doç. Dr. Uğur Korkut PATA
		3	ARE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES EFFECTIVE IN REDUCING CARBON EMISSIONS IN TÜRKİYE?	Doç. Dr. Uğur Korkut PATA
		4	ÜNİVERSİTE MEZUNLARININ NİTELİĞE BAĞLI YETERSİZ İSTİHDAMI: İŞGÜCÜ ARZ CEPHESİNDEN BİR ALAN ARAŞTIRMASI	Dr. Neslihan KILINÇ İrem Nur KARAÖZKÖK
		5	ASSESSING THE IMPACT OF GOVERNMENT CONSUMPTION EXPENDITURE ON PER CAPITA INCOME: AN ARDL APPROACH TO BURUNDI'S ECONOMY	Özgür Özaydın Can Apaydın
		6	GOVERNMENT EXPENDITURE and EMPLOYMENT DYNAMICS IN FRANCE: AN ARDL BOUNDS TESTING APPROACH	Özgür Özaydın Can Apaydın
		7	EVALUATION OF ECONOMIC FREEDOM LEVEL OF SOUTH AMERICA COUNTRIES IN TERMS OF ECONOMIC REGULATION INDICATORS BY CV AND CRADIS METHODS	Dr. Öğr. Üyesi Serdar YARLIKAŞ
		8	THE INNOVATION PERFORMANCE MEASUREMENT OF SOUTH AMERICA COUNTRIES: A CV-BASED CRADIS APPROACH	Dr. Öğr. Üyesi Serdar YARLIKAŞ

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 16:00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Prof. Dr. Mikail BATU	1	TÜRK MEDYASINDA YER ALAN CİNAYET HABERLERİNİN AKTARIM YÖNTEMLERİNE DAİR BİR ELEŞTİRİ	Yüksek Lisans Öğrencisi Hazal YÜRÜKLÜ
		2	AK PARTİ SİYASAL REKLAMLARI RAPORU: 2023 CUMHURBAŞKANI SEÇİMLERİ ÖRNEĞİ	Doktora Öğrencisi, Hamide SARITAŞ
		3	INFLUENCERLARIN METAVERSE DENEYİMLERİNİ KEŞFETMEK: YOUTUBE ÖRNEĞİ	Dr. Hüseyin YAŞA Prof.Dr., Mikail BATU
		4	COVID-19 PANDEMİSİ SÜRECİNDE KURUMSAL ALGI OLUŞTURMAK	Selçuk SAĞLAM Prof. Dr. Mikail BATU
		5	KAĞIT KAPLANLAR: SLACKTIVİSİM AKIMININ INFLUENCER ÜZERİNDEN OKUNMASI	Dr. Öğr. Üyesi, Fikriye ÇELİK Doç. Dr., ÖMER AYDINLIOĞLU
		7	TÜRK DİZİLERİNDE TEMSİL PROBLEMİ.	Prof. Dr.Süleyman Doğan Rabia Çelik Doç. Dr. Reşit Çelik Prof. Dr. Mevlüde Canlıca
		8	EVALUATION OF BIBLIOMETRIC FEATURES OF INTERNATIONAL ARTICLES RELATED TO MARKETING EDUCATION	Dr. Öğr. Üyesi, Aysel KURNAZ

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 16:00 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Öğr. Gör. Dr. Emrah YILDIZ	1	EXAMINATION OF POSTGRADUATE THESES ON COST ANALYSIS IN THE HEALTH SECTOR IN TURKEY: A SYSTEMATIC REVIEW	Doktora Öğrencisi, Hicran YILDIZ Doktora Öğrencisi, Sibel UÇAR VATANSEVER
		2	EVALUATION OF HOSPITAL IMAGE PERCEPTION AMONG YOUTH	Doktora Öğrencisi, Hicran YILDIZ Doktora Öğrencisi, Sibel UÇAR VATANSEVER
		3	TAX OFFENSES AND MISDEMEANORS THAT CAN BE COMMITTED THROUGH PAYMENT RECORDING DEVICES IN FUEL DEALERSHIP SERVICES	Assoc. Prof. Abdullah ÖMERCİOĞLU Res. Asst. Alper TAŞAR
		4	IMPORTANCE LEVELS OF FINANCIAL RATES IN HEALTH SERVICES: PUBLIC AND PRIVATE SECTOR COMPARISON	Dr. Hakan GÜVENER Dr. Emine AYHAN
		5	ANALYSIS OF HOSPITAL SITE SELECTION CRITERIA: CASE OF GAZİANTEP PROVINCE	Dr. Hakan GÜVENER Dr. Emine AYHAN
		6	EFFECT OF REVALUATION ON FINANCIAL STATEMENTS: A SAMPLE APPLICATION	Doç. Dr. Hakkı KIYMIK Trainee Accountant, Gökhan DİNÇ
		7	A STUDY ON BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	Safia ABDİRAHMAN MOHAMED
		8	TÜRKİYE'DE YABANCI BANKALARIN PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER	Öğretim Görevlisi, Seyfettin Caner KUZUCU Öğretim Görevlisi, Serhat KURT
		9	VERGİ UYGULAMALARINDA ETKİNLİĞİN SAĞLANABİLMESİ AMACIYLA SGK BENZERİ BİR SİSTEM OLUŞTURMAK	Öğretim Görevlisi, Serhat KURT Öğretim Görevlisi, Seyfettin Caner KUZUCU
		10	REVIEW OF INDEPENDENT AUDIT FEES: A RESEARCH ON BORSA İSTANBUL COMPANIES	Öğr. Gör. Dr. Emrah YILDIZ

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Assis. Prof. Dr. Abdelsalam A. Ahmed	1	REAL-TIME RECOGNITION OF DYNAMIC HAND POSTURES ON A NEUROMORPHIC SYSTEM	Qian Liu, Steve Furber
		2	OPTIMAL PLANNING OF DISPATCHABLE DISTRIBUTED GENERATORS FOR POWER LOSS REDUCTION IN UNBALANCED DISTRIBUTION NETWORKS	Mahmoud M. Othman, Y. G. Hegazy, A. Y. Abdelaziz
		3	OPTIMAL ECONOMIC LOAD DISPATCH USING GENETIC ALGORITHMS	Assis. Prof. Dr. Vijay Kumar, Assis. Prof. Dr. Jagdev Singh, Dr. Yaduvir Singh, Sanjay Sood
		4	EMPIRICAL MODE DECOMPOSITION BASED MULTISCALE ANALYSIS OF PHYSIOLOGICAL SIGNAL	Young-Seok Choi
		5	EXPERIMENTAL IMPLEMENTATION OF MODEL PREDICTIVE CONTROL FOR PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR	Assis. Prof. Dr. Abdelsalam A. Ahmed
		6	ANALYSIS OF DIRECT CURRENT MOTOR IN LABVIEW	E. Ramprasath, P. Manojkumar, P. Veena
		7	IMPROVEMENT OF VOLTAGE PROFILE OF GRID INTEGRATED WIND DISTRIBUTED GENERATION BY SVC	Fariba Shavakhi Zavareh, Hadi Fotoohabadi, Reza Sedaghati
		8	A SIMPLE ADAPTIVE ATOMIC DECOMPOSITION VOICE ACTIVITY DETECTOR IMPLEMENTED BY MATCHING PURSUIT	Thomas Bryan, Veton Kepuska, Ivica Kostanic

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 10	Dimitar Karastoyanov,	1	IMPROVING PROTEIN-PROTEIN INTERACTION PREDICTION BY USING ENCODING STRATEGIES AND RANDOM INDICES	Assis. Prof. Dr. Essam Al-Daoud
		2	TEMPERATURE-DEPENDENT STRUCTURAL PERTURBATION OF TUNA MYOGLOBIN	Yoshihiro Ochiai
		3	AN INTELLIGENT SYSTEM FOR KNEE AND ANKLE REHABILITATION	Dimitar Karastoyanov, Vladimir Monov
		4	DESIGN THE BOWTIE ANTENNA FOR THE DETECTION OF THE TUMOR IN MICROWAVE TOMOGRAPHY	Assis. Prof. Dr. Muhammd Hassan Khalil, Xu Jiadong
		5	ON THE DESIGN OF SHAPE MEMORY ALLOY LOCKING MECHANISM: A NOVEL SOLUTION FOR LAPAROSCOPIC LIGATION PROCESS	Reza Yousefian, Michael A. Kia, Mehrdad Hosseini Zadeh
		6	WHY WE ARE TALLER IN THE MORNING THAN GOING TO BED AT NIGHT – AN IN VIVO AND IN VITRO STUDY	Assis. Prof. Dr. Harcharan Singh Ranu
		7	A USER - REQUIREMENTS APPROACH IN MEDICAL DEVICES MAINTENANCE SYSTEM DEVELOPMENT: A CASE STUDY FROM AN INDUSTRY PERSPECTIVE	Manar AlJazzazi, Mohammed Rawashdeh, Tariq Alshawaheen, Aktham Malkawi
		8	CHARACTERIZATION OF LUBRICITY OF MUCINS AT POLYMERIC SURFACES FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS	Seunghwan Lee
		9	INFLUENCE OF MICROSTRUCTURAL FEATURES ON WEAR RESISTANCE OF BIOMEDICAL TITANIUM MATERIALS	Dr. Mohsin T. Mohammed, Zahid A. Khan, Arshad N. Siddiquee
		10	MIRNAS AS REGULATORS OF TUMOUR SUPPRESSOR EXPRESSION	Dr. Olga A. Berillo, Gaukhar K. Baidildinova, Anatoliy T. Ivashchenko

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 11	Dr. Oscar Javier Romero Fonseca	1	CLINICAL COMPARATIVE STUDY COMPARING EFFICACY OF INTRATHECAL FENTANYL AND MAGNESIUM AS AN ADJUVANT TO HYPERBARIC BUPIVACAINE IN MILD PRE-ECLAMPTIC PATIENTS UNDERGOING CAESAREAN SECTION	Sanchita B. Sarma M. P. Nath
		2	EFFECT OF MUSCLE ENERGY TECHNIQUE ON ANTERIOR PELVIC TILT IN LUMBAR SPONDYLOSIS PATIENTS	Dr. Enas Elsayed Abutaleb, Mohamed Taher Eldesoky, Shahenda Abd El Rasol
		3	THE OXIDATIVE DAMAGE MARKER FOR SODIUM FORMATE EXPOSURE ON LYMPHOCYTES	Assis. Prof. Dr. Malinee Pongsavee
		4	ASSOCIATION OF OVERWEIGHT AND OBESITY WITH BREAST CANCER	Amir Ghasemlouei, Alireza Khalaj
		5	EFFECTS OF SYNCHRONOUS MUSIC ON GYMNASTICS' MOTOR SKILLS PERFORMANCE AMONG UNDERGRADUATE FEMALE STUDENTS IN PHYSICAL EDUCATION COLLEGE	Assis. Prof. Dr. Sanaa Ali Ahmed Alrashid
		6	INFLUENCE OF BILATERAL AND UNILATERAL FLATFOOT ON PELVIC ALIGNMENT	Mohamed Taher Eldesoky, Enas Elsayed Abutaleb
		7	PROTECTIVE EFFECT OF L-CARNITINE AGAINST GENTAMICIN-INDUCED NEPHROTOXICITY IN RATS	Mohamed F. Ahmed, Mabruka S. Elashheh, Fatma M. Ben Rabha
		8	BODY COMPOSITION ANALYSIS OF UNIVERSITY STUDENTS BY ANTHROPOMETRY AND BIOELECTRICAL IMPEDANCE ANALYSIS	Phd. Can. Vinti Davar
		9	PHthalate EXPOSURE AMONG ROMA POPULATION IN SLOVAKIA	Miroslava Šidlovská Ida Petrovičová Tomáš Pilka Branislav Kolena

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 12	Dr. Mina Mehani,	1	NEUROGENIC POTENTIAL OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT–A BASIS FOR ENHANCING LEARNING AND MEMORY	Assis. Prof. Dr. Kiranmai S.Rai
		2	COMPARISON BETWEEN ANTIBACTERIAL EFFECTS OF ETHANOLIC AND ISOPROPYL: HEXAN (7:3) EXTRACTS OF ZINGIBER OFFICINALE ROSE	Tahereh Najji Mahsa Jassemi
		3	MAHMOOD AHMAD, GHULAM MURTAZA, SONIA KHILJEE, MUHAMMAD ASADULLAH MADNI	Mahmood Ahmad Ghulam Murtaza Sonia Khiljee Muhammad Asadullah Madni
		4	IN VITRO ANTI-TUBERCULAR SCREENING OF NEWLY SYNTHESIZED BENZIMIDAZOLE DERIVATIVES	Assoc. Prof. M. Shahar Yar M. Mustaqeem Abdullah, Jaseela Majeed
		5	FORMULATION AND EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS	Sanae Kaewnopparat, Nattha Kaewnopparat
		6	PENTACHLOROPHENOL REMOVAL VIA ADSORPTION AND BIODEGRADATION	Rakmi Abd.-Rahman Nurina Anuar
		7	PACKAGING THE ALKALOIDS OF CINCHONA BARK IN COMBINATION WITH ETOPOSIDE IN POLYMERIC MICELLES NANOPARTICLES	Diky Mudhakir Satrialdi, Sukmadjaja Asyarie, Yeyet C. Sumirtapura
		8	COMPARATIVE EVALUATION OF THE BIOPHARMACEUTICAL AND CHEMICAL EQUIVALENCE OF THE SOME COMMERCIAL BRANDS OF PARACETAMOL TABLETS	Dr. Raniah Al-Shalabi, Omaima Al- Gohary, Dr. Samar Afify Eram Eltahir
		9	DATA MINING CLASSIFICATION METHODS APPLIED IN DRUG DESIGN	Mária Stachová Lukáš Sobišek
		10	SALBUTAMOL SULPHATE-ETHYLCELLULOSE TABLETTED MICROCAPSULES: PHARMACOKINETIC STUDY USING CONVOLUTION APPROACH	Ghulam Murtaza Kalsoom Farzana

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 13	Assis. Prof. Dr. Hiroyuki Nishida	1	ANALYSIS OF DIFFERENT DESIGNED LANDING GEARS FOR A LIGHT AIRCRAFT	Assis. Prof. Dr. Essam A. Al-Bahkali
		2	CONCEPTUAL DESIGN OF AN AIRFOIL WITH TEMPERATURE-RESPONSIVE POLYMER	Mohammed Niyasdeen Nejaamtheen
		3	CONCENTRATED SOLAR POWER UTILIZATION IN SPACE VEHICLES PROPULSION AND POWER GENERATION	Maged A. Mossallam
		4	OPTIMIZATION OF MULTIFUNCTIONAL BATTERY STRUCTURES FOR MARS	Assis. Prof. Dr. James A Foster Guglielmo S Aglietti
		5	MODELING AND CONTROL OF A QUADROTOR UAV WITH AERODYNAMIC CONCEPTS	Dr. Wei Dong, Assis. Prof. Dr. Guo-Ying Gu Xiangyang Zhu Han Ding
		6	TOPOLOGY OPTIMIZATION OF AIRCRAFT FUSELAGE STRUCTURE	Assis. Prof. Dr. Muniyasamy Kalanchiam, Baskar Mannai
		7	TERRAIN EVALUATION METHOD FOR HEXAPOD ROBOT	Tomas Luneckas Dainius Udris
		8	SMALL SATELLITE MODELLING AND ATTITUDE CONTROL USING FUZZY LOGIC	Amirhossein Asadabadi, Amir Anvar
		9	ADVANTAGES OF COMPOSITE MATERIALS IN AIRCRAFT STRUCTURES	Prof. Dr. Muniyasamy Kalanchiam, Moorthy Chinnasamy
		10	CHARACTERIZATION OF ELECTROHYDRODYNAMIC FORCE ON DIELECTRIC-BARRIER-DISCHARGE PLASMA ACTUATOR USING FLUID SIMULATION	Assis. Prof. Dr. Hiroyuki Nishida Taku Nonomura Takashi Abe

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 14	Assis. Prof. Dr. Alaaddin Cerit	1	ONE-POT FACILE SYNTHESIS OF N-DOPED GRAPHENE SYNTHESIZED FROM PARAPHENYLENEDIAMINE AS METAL-FREE CATALYSTS FOR THE OXYGEN REDUCTION USED FOR ALKALINE FUEL CELLS	Leila Samiee Amir Yadegari Saeedeh Tasharofi
		2	MATERIAL SELECTION FOR FOOTWEAR INSOLE USING ANALYTICAL HIERARCHAL PROCESS	Assis. Prof. Dr. Mohammed A. Almomani, Dr. Dina W. Al-Qudah
		3	EFFECTS OF TEST ENVIRONMENT ON THE SLIDING WEAR BEHAVIOUR OF CAST IRON, ZINC-ALUMINIUM ALLOY AND ITS COMPOSITE	Mohammad M. Khan Gajendra Dixit
		4	PREDICTION OF CUTTING TOOL LIFE IN DRILLING OF REINFORCED ALUMINUM ALLOY COMPOSITE USING A FUZZY METHOD	Assis. Prof. Dr. Mohammed T. Hayajneh
		5	MATERIAL SELECTION FOR A MANUAL WINCH ROPE DRUM	Moses F. Oduori Enoch K. Musyoka Thomas O. Mbuya
		6	UV-CURED COATINGS BASED ON ACRYLATED EPOXIDIZED SOYBEAN OIL AND EPOXY CARBOXYLATE	Assis. Prof. Dr. Alaaddin Cerit Assis. Prof. Dr. Suheyla Kocaman Assoc. Dr. Ulku Soydal
		7	EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON OVER-CUT IN ULTRASONIC MACHINING OF WC-CO COMPOSITE	Assis. Prof. Dr. Ravinder Kataria Assis. Prof. Dr. Jatinder Kumar B. S. Pabla
		8	INFLUENCE OF MILLED WASTE GLASS TO CLAY CERAMIC FOAM PROPERTIES MADE BY DIRECT FOAMING ROUTE	A. Shishkin V. Mironovs D. Goljandin A. Korjakins
		9	RELATING INTERFACE PROPERTIES WITH CRACK PROPAGATION IN COMPOSITE LAMINATES	Tao Qu Assis. Prof. Dr. Chandra Prakash Vikas Tomar
		10	INDUCTION MELTING AS A FABRICATION ROUTE FOR ALUMINUM-CARBON NANOTUBES NANOCOMPOSITE	Muhammad Shahid, Muhammad Mansoor

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 15	Prof. Dr. D. A. Farinde	1	CORPORATE GOVERNANCE NETWORKS AND INTERLOCKING DIRECTORATES IN THE CZECH REPUBLIC	Assis. Prof. Dr. Ondşej Nowak
		2	THE IMPACT OF STAKEHOLDER COMMUNICATION STRATEGIES ON CONSUMERS- ACCEPTANCE AND FINANCIAL PERFORMANCE: IN THE CASE OF FERTILIZER INDUSTRY IN MALAYSIA	Hasnida Abdul Wahab Shahrina Md Nordin Lai Fong Woon Hasrina Mustafa
		3	ANALYSIS OF RUBBER WASTE UTILIZATION AT PANDORA PRODUCTION COMPANY LIMITED	S. Pechpoonthong M. Kopystecki
		4	COMBATING MONEY LAUNDERING IN THE BANKING INDUSTRY: MALAYSIAN EXPERIENCE	Aspalella A. Rahman
		5	HYBRID ENERGY SUPPLY WITH DOMINANTLY RENEWABLE OPTION FOR SMALL INDUSTRIAL COMPLEX	Tomislav Stambolic, Anton Causevski
		6	A STATISTICAL PREDICTION OF LIKELY DISTRESS IN NIGERIA BANKING SECTOR USING A NEURAL NETWORK APPROACH	Prof. Dr. D. A. Farinde
		7	EFFICIENCY IN URBAN GOVERNANCE TOWARDS SUSTAINABILITY AND COMPETITIVENESS OF CITY : A CASE STUDY OF KUALA LUMPUR	Hamzah Jusoh Azmizam Abdul Rashid
		8	A STUDY OF NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM FOR GROSS DOMESTIC PRODUCT GROWTH FORECASTING	Assoc. prof. E. Giovanis

SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES SELCUK 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION December 15 - 17, 2023 Konya Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 17 ARALIK/ DECEMBER 17, 2023 / 16:30 – 18:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 16	Assis. Prof. Dr. Chris Schrödl	1	DEVELOPMENT OF MOLECULAR IMPRINTED POLYMERS (MIPS) FOR THE SELECTIVE REMOVAL OF CARBAMAZEPINE FROM AQUEOUS SOLUTION	Bianca Schweiger, Lucile Bahnweg, Barbara Palm, Ute Steinfeld
		2	PENTACHLOROPHENOL REMOVAL VIA ADSORPTION AND BIODEGRADATION	Assis. Prof. Dr. Rakmi Abd.-Rahman Assis. Prof. Dr. Nurina Anuar
		3	FORMULATION AND EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS	Sanae Kaewnopparat Nattha Kaewnopparat
		4	ASAD ULLAH MADNI, MAHMOOD AHMAD, NAVEED AKHTAR, MUHAMMAD USMAN	Asad Ullah Madni Mahmood Ahmad, Naveed Akhtar, Muhammad Usman
		5	SERİCİN FİLM: INFLUENCE OF CONCENTRATION ON ITS PHYSICAL PROPERTIES	N. Namviriyachote N. Bang, P. Aramwit
		6	VALIDATION AND APPLICATION OF A NEW OPTIMIZED RP-HPLC-FLUORESCENT DETECTION METHOD FOR NORFLOXACIN	Mahmood Ahmad Ghulam Murtaza Sonia Khiljee Muhammad Asadullah Madni
		7	ANTIBACTERIAL CAPACITY OF PLUMERIA ALBA PETALS	Assis. Prof. Dr. M. H. Syakira Dr. L. Brenda
		8	PROACTIVE IDENTIFICATION OF FALSE ALERT FOR DRUG-DRUG INTERACTION	Hsuan-Chia Yang, Yan-Jhih Haung, Yu-Chuan Li
		9	COMPARISON BETWEEN ANTIBACTERIAL EFFECTS OF ETHANOLIC AND ISOPROPYL: HEXAN (7:3) EXTRACTS OF ZINGIBER OFFICINALE ROSE	Tahereh Naji Mahsa Jassemi

**NEWART 2nd INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
December 15 - 17, 2023**

Konya

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session		Eser Adı / Art Work	Artist	Tema / Theme
		1	İsimsiz	Ahmet DALKIRAN	
		2	İsimsiz	Ahmet DALKIRAN	
		3	sessiz tanıklar 2	Ali KAYA	
		4	Needles on Skin	Alara Nur KESKİN	
		5	Denim	Arzu BOR KOCAMAN	
		6	Gelincikler	Aysel Sevgi ÖZTEN	
		7	GÖLGELER/Shadows	Ayşegül PARALI	
		8	İsimsiz/Untitled	Ayşe EKİCİ	
		9	Kubbe	Ayşenur KANDEMİR	
		10	Yaşam	Bahar YILDIZ	
		11	Kök Salma (Take Root)	Bengü Batu Ertung	
		12	Yaşama Dair	Birgül ÇAKIROĞLU	
		13	Öze Doğru Giderken	Birgül ÇAKIROĞLU	
		14	“Nevbahar-Nefes” /”Spring-Breath”	Cantürk ÖZ	
		15	ARMONİ / HARMONY	Dilek AKDEMİR	
		16	Dört	Ebru KÖSE	

17	Cennet Avı Ceylanlı	Ezgi ÖRGEN
18	Umut	Ezgi ÖRGEN
19	Ritim	Elif Aksoy
20	İsimsiz	Elif Aksoy
21	makam-1 merkad	Fazilet Özdemir
22	Kuşlar	Gülten GÜLTEPE
23	Su-izi 4	Hamide Soysal Demirci
24	Modernize	Halide AKKUŞ
25	Figür: 01 / Figure: 01	Haydar TAŞÇILAR
26	Figür: 02 / Figure: 02	Haydar TAŞÇILAR
27	manzara	Hatice Nilüfer Süzen
28	Yanılğı / Misconception	Hanife GÜNEŞ YARMACI
29	Algı/ Perception	Hanife GÜNEŞ YARMACI
30	İsimsiz / Untitled	Huriye DALKIRAN
31	RUTİN	Hakan AŞKAN
32	ÇABA	Hakan AŞKAN
33	Halıda Mimari Esintiler/Geometri on Carpet	İzzet ZORLU
	Digital Collage	İbrahim KORKMAZ
	Circle II	İbrahim KORKMAZ

34	DYSMORPHIA	Kemal ÖZPINAR
35	SESİMİ DUYAN VAR MI?	Kemal ÖZPINAR
36	Yalın / Simple	Mine ERDEM KÖROĞLU
37	DÖNGÜ / LOOP	Nursen GEYİK DEĞERLİ
38	Latif	Nermin ÖZCAN ÖZER
39	Kıvrım	Nermin ÖZCAN ÖZER
40	bakıştan sonsuzluğuna	Reyhan Akat
41	sakince yolculuk	Reyhan Akat
42	GIYGAŞUK	Onur GERÇEKÇİ
43	KOLEKTİF	Onur GERÇEKÇİ
44	Seyr-i Süluk (Tesbihlik)	Selin Gençtürk
45	Klasik hatayi	SERAP YILDIRIM GEREN
46	GÜNEŞ	ŞERİFE DOĞAN
47	My Family	Şengül EROL
48	Güz	Şengül EROL
49	Çorak Topraklar	Tolga Gürocak
50	“Visible”	Turgut KALAY
51	İsimsiz	Uğur Günay Yavuz
52	“Mor”/ “Purple”	Valide PAŞAYEVA
53	Suskun / speechless	Yüksel TOK
54	Ya Fettah	Yeşim AKSOY ŞAŞTIM
55	İpek Yolu	Yeşim AKSOY ŞAŞTIM

56	“Bilinmeyen”/ “Unknown”	Yelda USAL
57	“İdrak”/ “Perception”	Yelda USAL
58	İsimsiz / No Name	Zümrüt ŞEN
59	Hamdım,Piştım,Yandım.	Arş.Gör. Büşra TÜRKÖZ
60	Gölgedeki Bilim Kadınları	Dr. Öğretim Üyesi Havva Sibel KURT
	Kişisel Sergi	
	Kamusal sanat ve kent	Dr. Bengi Polat

MANN-KENDALL VE YENİLİKÇİ ŞEN TREND ANALİZİ İLE METEOROLOJİK KURAKLIK ANALİZİ

E. Dilek TAYLAN

Süleyman Demirel University, Engineering Faculty, dilektaylan@sdu.edu.tr

0000-0003-0734-1900

Tahsin BAYKAL

Süleyman Demirel University, Graduate of Natural Sciences, tahsinbaykal@gmail.com

0000-0001-6218-0826

Özlem TERZİ

Isparta Applied Sciences University, Technology Faculty, ozlemterzi@isparta.edu.tr

0000-0001-6429-5176

ÖZET

Bu çalışmada, ilk olarak Adıyaman ve Şanlıurfa illerinde, 1982-2023 su yıllarına ait Standart Yağış İndeksi (SYİ) değerlerini analiz etmek amacıyla 3-, 6-, 9- ve 12- aylık periyotlarda meteorolojik kuraklık analizleri gerçekleştirilmiştir. Adıyaman'ın iklimsel özellikleri incelendiğinde, 3- ve 6- aylık periyotlarda minimum kuraklık değerlerinin sırasıyla -2,78 ve -2,97 olduğu belirlenmiştir. Bu dönem içerisinde, 1989 yılı eylül ayı, Adıyaman ilinin en kurak dönemi olarak öne çıkmıştır. Şanlıurfa'da ise 3-aylık minimum SYİ değeri -2,44, 6- aylık periyotta ise -2,97 olarak kaydedilmiştir. Çalışmanın diğer aşamasında, Adıyaman ve Şanlıurfa illerindeki kuraklık durumları, Mann-Kendall (M-K) ve Yenilikçi Şen (YŞ) trend analizleriyle değerlendirilmiştir. Her iki analiz de 3-, 6-, 9- ve 12- aylık SYİ değerlerinde belirgin bir artış eğilimini ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, Adıyaman ve Şanlıurfa illerindeki kuraklık riskinin zamanla arttığını göstermekte olup, iklim değişikliği etkilerinin bölgede giderek daha belirgin hale geldiğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Standart yağış indisi, Yenilikçi şen trend analizi, Mann-Kendall test, Adıyaman, Şanlıurfa

1. GİRİŞ

Meteoroloji kaynaklı doğal afetlerden biri olan kuraklık, ülkemizde ve dünyada pek çok bölgede görülebilmektedir. Yağış, yüzey akışı, göl hacmi ve su seviyesi, evapotranspirasyon, zemin nemi gibi farklı değişkenler için kuraklık meteorolojik, hidrolojik, tarımsal ve sosyo-ekonomik kuraklıklar olarak sınıflandırılmaktadır. Bir bölgede belirli bir zaman aralığında yağış, sıcaklık gibi meteorolojik değişkenlerin ortalamadan olan sapmaları olarak tanımlanan meteorolojik kuraklıkla ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur [1-5]. Meteorolojik kuraklığın belirlenmesi için sıklıkla kullanılan indislerden biri olan Standart Yağış İndisi (SYİ), pek çok araştırmacı tarafından kullanılmıştır [6-10]. Küresel ısınmaya bağlı olarak dünyanın hemen her yerinde hissedilen iklim değişikliğinin meteorolojik kuraklık üzerindeki potansiyel etkisini incelemek ve farklı değişkenlerin eğilimlerini tespit etmek amacıyla çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan ilki Şen (2012) tarafından bir hidrolojik zaman serisinden elde edilen alt serilerin karşılaştırılması esasına dayanan parametrik olmayan bir trend analizidir [11]. Gerçek zaman serisinin ikiye bölünmesi ile elde edilen iki serinin artarak sıralanması ve karşılaştırılması ile gerçekleştirilen bu test Yenilikçi Şen (YŞ) Trend Analizi olarak bilinmektedir ve hidrolojide çokça kullanılmıştır [12-14]. Gümüş ve Şimşek (2020) aylık ve yıllık güneşlenme şiddeti değerlerine bu analizi uygulamışlar ve artan bir trend belirlemişlerdir [15]. Ceyhunlu ve Aydın (2020) ise iklim değişikliğinin Sakarya ili meteorolojik verileri üzerindeki etkisini inceleyerek nem, rüzgar hızı, sıcaklık ve yağış değerlerinde artan bir trend olduğunu söylemişlerdir [16]. Bir diğeri olan Mann-Kendall (MK) trend analizi normal dağılıma uymayan ve ekstrem değerlere sahip olan hidro-meteorolojik zaman serilerinin trendlerini belirlemek için uygun bir testtir [17]. Literatürde meteorolojik kuraklıkların trendlerini belirlemek amacıyla MK trend analizi ile ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur [18-22]. Mahajana ve Dodamania (2015), Hindistan'da Krishna Havzası'nda kuraklık trendlerinin yersel ve zamansal değişimini araştırmıştır [23]. Fathian vd. (2016) İran'da bulunan Urmiye Gölü Havzası için hidrolojik ve iklimsel zaman serilerindeki trendleri, MK trend analizi ile incelemişler ve akım trendleri ile sıcaklık ve yağış değişkenlerinin trendleri arasında bir korelasyon olduğunu göstermişlerdir [24].

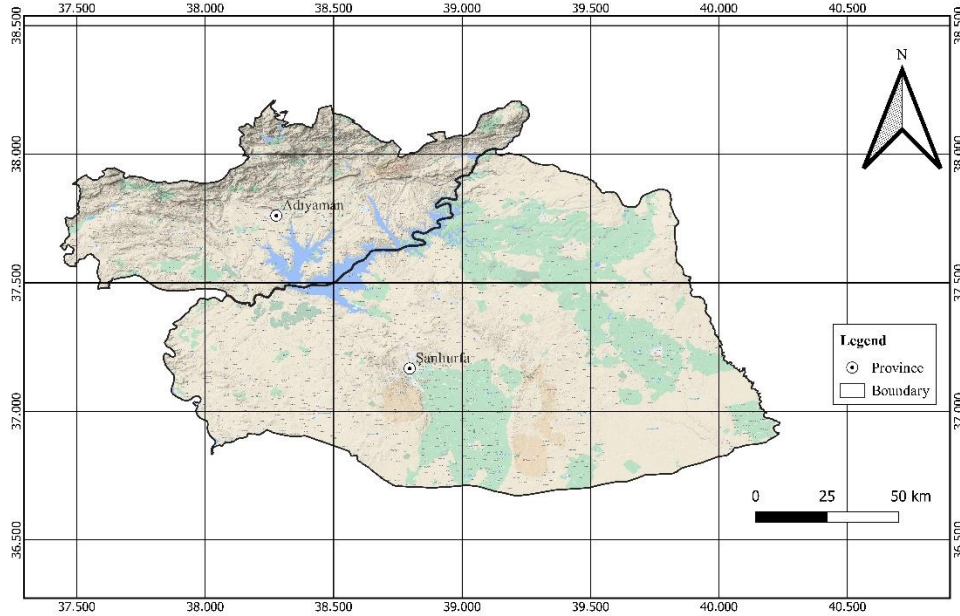
İklim değişikliğinin meteorolojik kuraklık üzerindeki etkisini belirlemek için SYİ değerlerinin trendlerinin incelenmesi önemlidir. Bu nedenle bu çalışmada, iklim değişikliği nedeniyle Güneydoğu Bölgesi'nde 15 Mart 2023 tarihinde meydana gelen sel felaketinde can ve mal kayıplarının yaşandığı Adıyaman ve Şanlıurfa illerinde meteorolojik kuraklık trendlerini belirlemek için 3-, 6-, 9- ve 12- aylık periyotlardaki SYİ değerlerine MK ve YŞ trend analizleri uygulanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Bölgesi ve Veriler

Çalışmada, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan ve önemli su kaynaklarının bulunduğu Adıyaman ve Şanlıurfa illeri incelenmiştir. Adıyaman, Doğu Anadolu ile Akdeniz Bölgeleri arasında yer alır ve yazın güney kısmı kurak ve sıcak geçerken, kuzey kısmı kuru ve serindir. Kış aylarında ise güneyi sıcak ve yağışlı, kuzeyi yağışlı ve soğuktur. Şanlıurfa'da yazları çok kurak ve

sıcak, kışları yağışlı ve ılıman geçen karasal bir iklim vardır [25-26]. Bu çalışmada, Adıyaman ve Şanlıurfa istasyonlarının 1981-2022 yılları arasında NASA Prediction of Worldwide Energy Resources (NASA POWER)'dan elde edilen aylık yağış değerleri kullanılmıştır. Adıyaman ve Şanlıurfa illerinin harita üzerinde yerleri Şekil 1'de verilmiştir. Adıyaman ve Şanlıurfa'ya ait aylık yağış verilerinin istatistiksel bilgileri Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışma bölgesi

Tablo 1. Adıyaman ve Şanlıurfa'ya ait aylık yağış verilerinin istatistiksel bilgileri

İstatistiksel tanımlar	Adıyaman	Şanlıurfa
Veri Sayısı	504	504
Ortalama	29,23	24,83
Standart Sapma	30,72	31,43
Minimum	0	0
25%	5,27	0
50%	21,09	15,82
75%	47,46	36,91
Maksimum	200,39	247,85

2.2. Standart Yağış İndisi

Standart yağış indisi (SYİ) 1993 yılında McKee vd. tarafından kuraklığın izlenmesi için geliştirilen ve yaygın bir şekilde kullanılan bir yöntemdir. Herhangi bir bölgede belirli bir zaman ölçeğinde kurak veya nemli olaylardaki anormallikler sadece yağış parametresine bağlı olan SYİ ile belirlenebilir. Belirlenen zaman dilimi için yağış değerinin ortalamadan farkının standart sapmaya bölünmesi ile elde edilen indis değeridir [27].

2.3. Yenilikçi Şen Trend Analizi

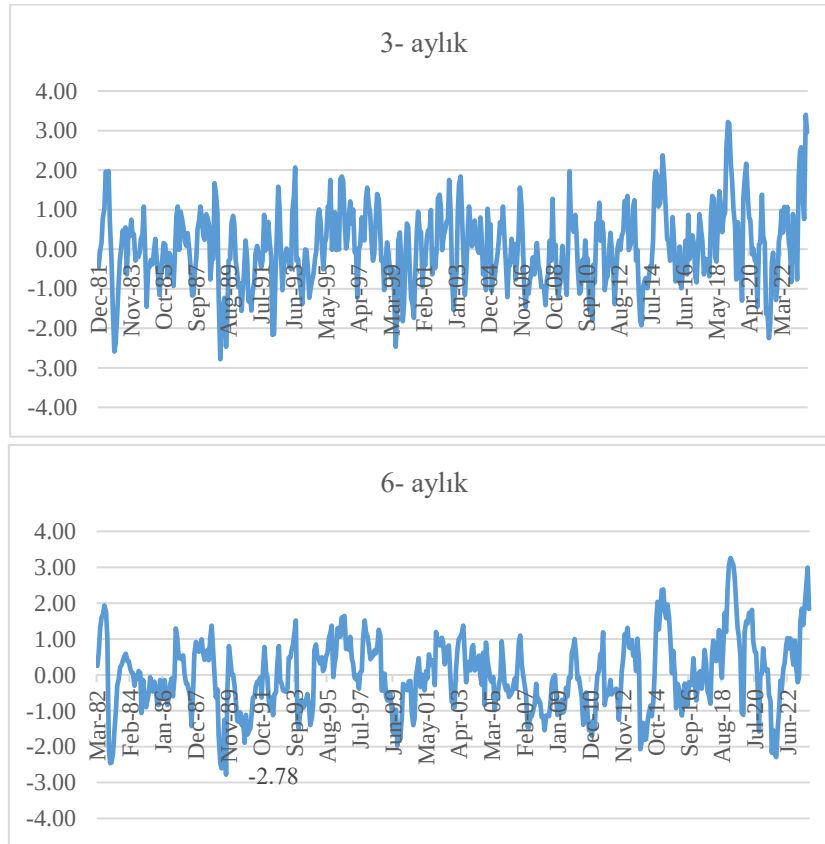
Yenilikçi Şen (YŞ) trend analizi, bir zaman serisindeki artan ya da azalan eğilimi değerlendirmek için kullanılır. Bunun için seri ilk önce iki eşit parçaya bölünür ve her bir seri küçükten büyüğe doğru sıralanır. Daha sonra bu serilerin saçılma grafikleri çizilir ve grafikler 1:1 doğrusuna göre değerlendirilir. Noktaların 1:1 çizgisinin üstünde yer alması artan bir trend olduğunu gösterirken, 1:1 çizgisinin altında olması ise azalan bir trend anlamına gelir. Noktaların 1:1 çizgisinin yakınına ya da üzerine yerleşmesi herhangi bir trendin olmadığını gösterir [28].

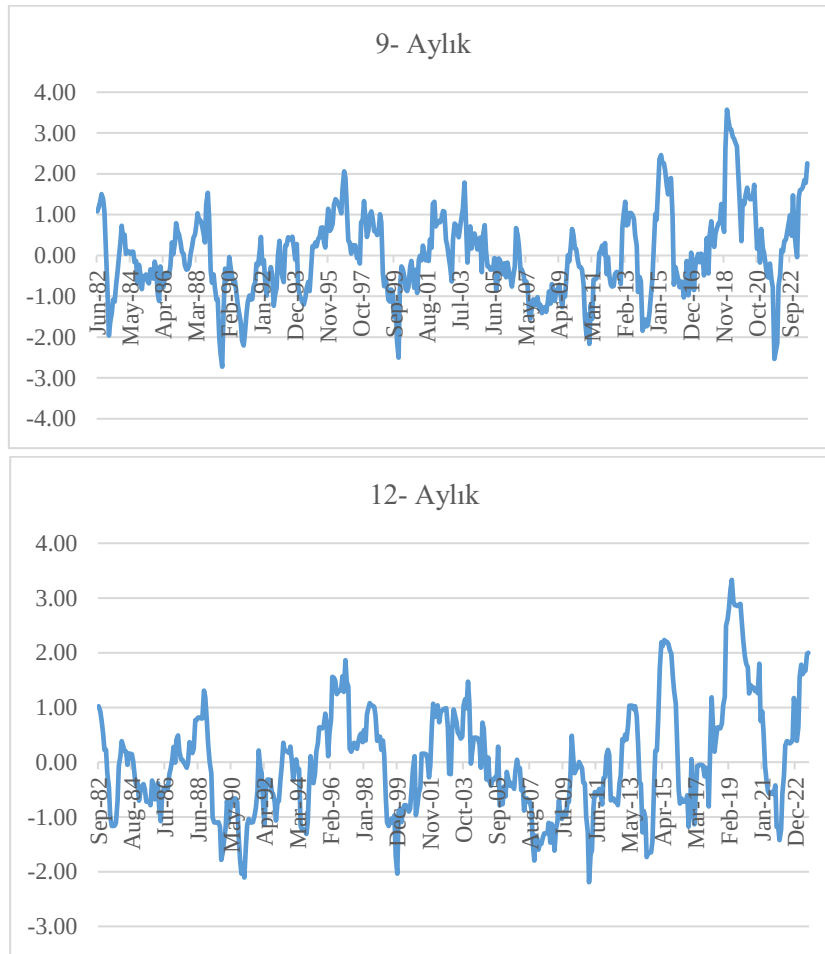
2.4. Mann-Kendall Trend Analizi

Kendall's Tau istatistiği olarak bilinen Mann-Kendall (M-K) trend analizi, zaman serilerinin trendlerinin belirlenmesinde kullanılır ve parametrik değildir. Parametrik olmayan testler, hidro-meteorolojik veriler gibi normal olarak dağılım göstermeyen veriler için parametrik testlere göre daha uygun sonuçlar verir. Hesaplanan M-K test istatistiği S değeri negatif ise azalan, pozitif ise artan trend olduğu kabulü yapılır [29].

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

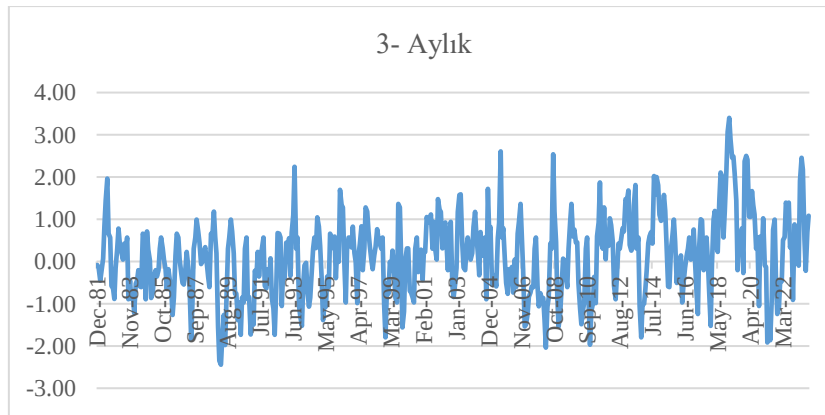
Çalışmada ilk olarak Adıyaman ve Şanlıurfa illerine ait 1982-2023 su yılları için 3-, 6-, 9- ve 12- aylık SYİ değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan SYİ değerlerine ait zaman serisi grafikleri sırasıyla Adıyaman ve Şanlıurfa için Şekil 2 ve 3'te verilmiştir.

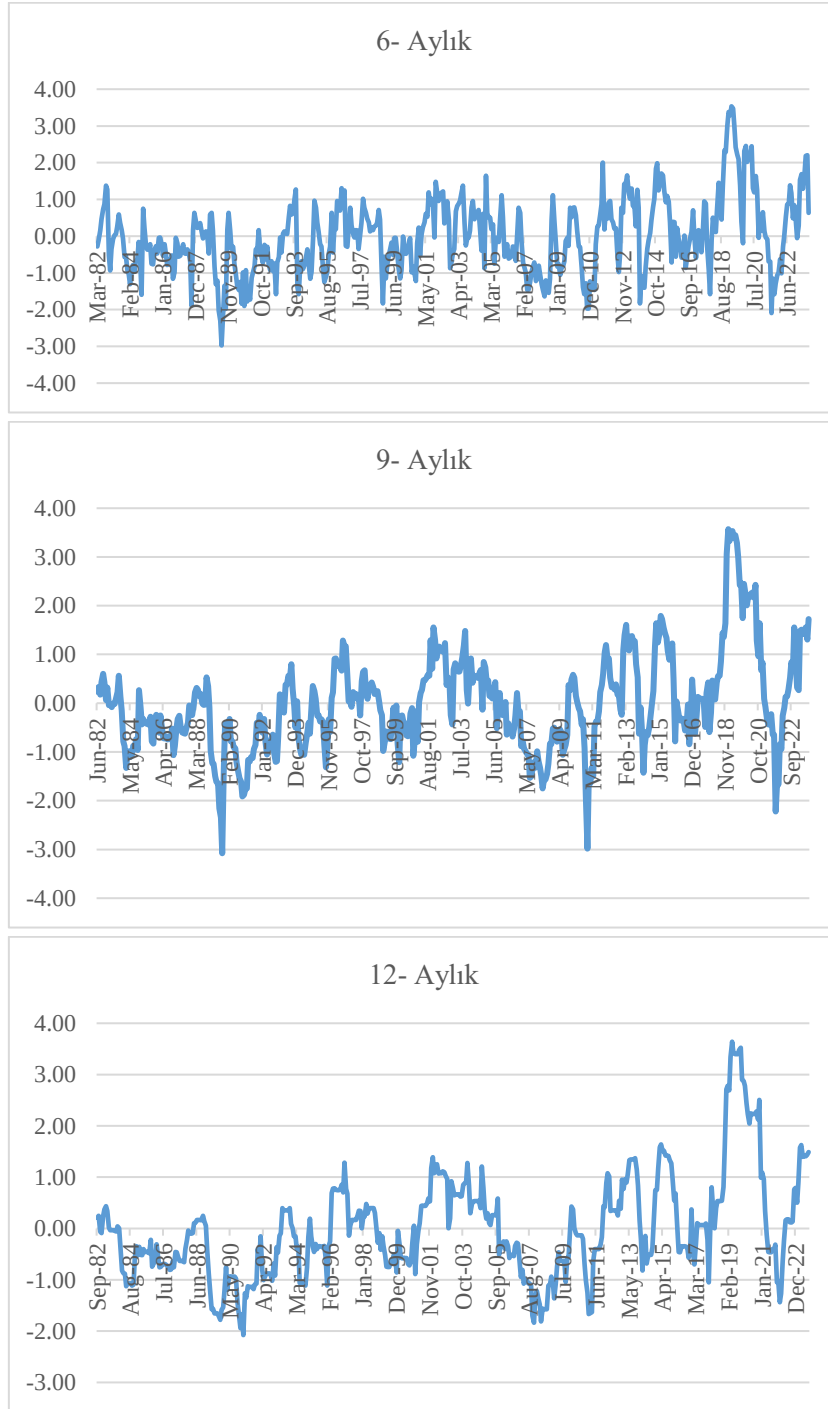




Şekil 2. Adıyaman 3-, 6-, 9- ve 12- aylık SYİ grafikleri

Şekil 2 incelendiğinde Adıyaman ilinde 3- ve 6- aylık periyotlarda en düşük kuraklık değeri - 2,78 olarak hesaplanmıştır. 3- aylık periyotta en kurak 1989 yılı şubat ayı olurken, 6- aylık periyotta 1989 yılı eylül ayı olarak belirlenmiştir. 9- aylık periyotta en kurak 1989 yılı eylül ayı SYİ değeri -2,72 iken 12- aylık periyotta 2011 yılı ocak ayı için -2,19 olarak hesaplanmıştır.





Şekil 3. Şanlıurfa 3-, 6-, 9- ve 12- aylık SYİ grafikleri

Şekil 3'ten Şanlıurfa ili 3-aylık en düşük SYİ değerinin -2,44 olduğu ve 1989 yılı mart ayında gözlemlendiği görülmektedir. 6- aylık periyotta en kurak 1989 yılı haziran ayına ait SYİ değeri -2,97 olarak hesaplanmıştır. 9- aylık periyotta ise -3,08 SYİ değeri ile en kurak zaman 1989 yılı eylül ayı olmuştur. 12- aylık periyot incelendiğinde 1991 yılı şubat ayında en kurak SYİ değerinin -2,08 olduğu görülmüştür. Adıyaman ve Şanlıurfa illerinde son yıllarda tüm periyotlarda nemli süreçlerde artış olduğu görülmektedir. Bu durum çalışma bölgesinde 15 Mart 2023 tarihinde yaşanan taşkın felaketiyle kendini göstermiştir. Görülüyor ki tüm dünyada

yaşanan iklim değişikliği yağışların pik değerlerini arttırırken kuraklık sürelerini de arttırmaktadır.

SYİ değerlerinin hesaplanmasının ardından Adıyaman ve Şanlıurfa illerinin kuraklıkları M-K ve YŞ trend analizleri ile incelenmiştir. M-K trend analizi $\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyine göre yapılmıştır. M-K sonuçları ve YŞ ile hesaplanan trend eğimleri sırasıyla Tablo 2 ve 3'te verilmiştir.

Tablo 2. M-K trend analizi sonuçları

İstasyon	Periyot	p	z	Tau	s	Eğim	Trend
Adıyaman	3- aylık	0,023894	2,258831	0,067451	8482	0,000687	↑
	6- aylık	0,007935	2,654818	0,079516	9880	0,000841	↑
	9- aylık	0,000229	3,684965	0,110704	13590	0,001172	↑
	12- aylık	0,000011	4,401371	0,132629	16085	0,001408	↑
Şanlıurfa	3- aylık	0	5,48936	0,163879	20608	0,001537	↑
	6- aylık	0	7,076572	0,211942	26334	0,002206	↑
	9- aylık	0	8,357541	0,251067	30821	0,002476	↑
	12- aylık	0	9,365636	0,282211	34226	0,002704	↑

Tablo 3. YŞ trend analizi ile hesaplanan trend eğimleri

İstasyon	Adıyaman				Şanlıurfa			
Periyot	3- aylık	6- aylık	9- aylık	12- aylık	3- aylık	6- aylık	9- aylık	12- aylık
Eğim	0,005979	0,006331	0,006302	0,006423	0,005865	0,006233	0,0061	0,006139
Trend	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Tablo 2 ve 3 incelendiğinde çalışma bölgesinde M-K trend testi ve YŞ trend analizine göre 3-, 6-, 9- ve 12- aylık SYİ değerlerinde artan trend olduğu görülmektedir. Yılmaz (2019) Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin ettiği Mardin, Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Siirt, Şırnak, Gaziantep, Kilis ve Şanlıurfa illerine ait 1970-2017 yılları arasındaki yağış verileri ile SYİ hesaplamıştır. SYİ eğilimlerini M-K ve YŞ trend analizleri ile belirlemiştir. 12- aylık SYİ değerlerine göre Adıyaman ilinde artan, Şanlıurfa ilinde ise azalan trend olduğunu bulmuştur [30]. Bu çalışmada ise NASA Power sisteminden alınan 1982-2023 yıllarına ait yağış verileri ile 3-, 6-, 9- ve 12- aylık SYİ değerleri hesaplanmış ve Yılmaz (2019) çalışmasından farklı olarak her iki trend analizi ile kuraklık eğilimlerinde artış tespit edilmiştir

4. SONUÇLAR

Bu çalışma, Adıyaman ve Şanlıurfa illerinde 1982-2023 su yılları boyunca gerçekleşen 3-, 6-, 9- ve 12- aylık SYİ değerlerini değerlendirmektedir. Adıyaman ilinde en düşük 3- ve 6- aylık SYİ değerleri sırasıyla -2,78 olarak 1989 yılı şubat ve eylül aylarında belirlenmiştir.

Şanlıurfa'da ise en düşük 3- ve 6- aylık SYİ değerleri sırasıyla -2,44 ve -2,97 olarak 1989 yılı mart ve haziran aylarında gözlemlenmiştir.

M-K ve YŞ trend analizleri kullanılarak yapılan hesaplamalar, her iki ilde de 3-, 6-, 9- ve 12- aylık SYİ değerlerinde artan bir eğilim olduğunu göstermektedir. Adıyaman için M-K trend analizi sonuçlarına göre 3-, 6-, 9- ve 12- aylık periyotlarda artan trendler istatistiksel olarak anlamlıdır. Şanlıurfa için de benzer şekilde artan trendler tespit edilmiştir.

YŞ trend analizi ile hesaplanan trend eğimleri incelendiğinde, Adıyaman ve Şanlıurfa illerinde tüm periyotlarda artış eğilimi olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, bölgedeki kuraklık durumunun zaman içinde arttığını ve önemli bir değişim yaşandığını göstermektedir.

Sonuç olarak, Adıyaman ve Şanlıurfa illerindeki kuraklık durumunun analizi, yapılan testlerin ve hesaplamaların da ortaya koyduğu gibi, zaman içinde artan bir eğilimi vurgulamaktadır. Bu bulgular, bölgesel su yönetimi ve planlaması için önemli bilgiler sağlamaktadır. Gelecekteki araştırmalarda, iklim değişikliğinin ve diğer etmenlerin bölgedeki kuraklık üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde incelemek, bu alandaki anlayışımızı derinleştirmek açısından önemli olacaktır.

KAYNAKÇA

- [1] Run-Yuan, W.A.N.G., Jian-Yang, F.E.N.G., & Yan-Xia, D.I.A.O. (2012). Preliminary analysis on the demand and review of progress in the field of meteorological drought research. *Journal of Arid Meteorology*, 30(4), 497.
- [2] Zhang, Q., Yao, Y., Li, Y., Luo, Z., Zhang, C., Li, D., Wang, R., Wang, J., Chen, T., Xiao, G., Zhang, S., Wang, S., Guo, N., Bai, H., Xie, J., Yang, X., Dong, A., Deng, Z., Ke, X., & Guochang Xu. (2015). Research progress and prospect on the monitoring and early warning and mitigation technology of meteorological drought disaster in northwest China. *Advances in earth science*, 30(2), 196.
- [3] Yiping, L. I., & Yaohui, L. I. (2017). Advances in adaptability of meteorological drought indices in China. *Journal of Arid Meteorology*, 35(5), 709.
- [4] Zou, L., Cao, S., & Sanchez-Azofeifa, A. (2020). Evaluating the utility of various drought indices to monitor meteorological drought in Tropical Dry Forests. *International Journal of Biometeorology*, 64, 701-711.
- [5] Wang, J., Yao, Y., Wang, Y., Wang, S., Liu, X., Zhou, Y., Du, H., Zhang, Y., & Ren, Y. (2022). Meteorological droughts in the Qinghai-Tibet Plateau: research progress and prospects. *Advances in Earth Science*, 37(5), 441.
- [6] Łabędzki, L., & Bąk, B. (2014). Meteorological and agricultural drought indices used in drought monitoring in Poland: a review. *Meteorology Hydrology and Water Management. Research and Operational Applications*, 2(2), 3-13.
- [7] Brito, S. S. B., Cunha, A. P. M., Cunningham, C. C., Alvalá, R. C., Marengo, J. A., & Carvalho, M. A. (2018). Frequency, duration and severity of drought in the Semiarid Northeast Brazil region. *International Journal of Climatology*, 38(2), 517-529.

- [8] Labudová, L., & Turňa, M. (2019). Meteorological drought occurrence in Slovakia. *Water Resources in Slovakia: Part II: Climate Change, Drought and Floods*, 51-68.
- [9] Zou, L., Cao, S., & Sanchez-Azofeifa, A. (2020). Evaluating the utility of various drought indices to monitor meteorological drought in Tropical Dry Forests. *International Journal of Biometeorology*, 64, 701-711.
- [10] Datta, R., Pathak, A. A., & Dodamani, B. M. (2021). Assessment of meteorological drought return periods over a temporal rainfall change. *Trends in Civil Engineering and Challenges for Sustainability: Select Proceedings of CTCS 2019*, 573-592.
- [11] Şen, Z. (2012). Innovative trend analysis methodology. *Journal of Hydrologic Engineering*, 17(9), 1042-1046.
- [12] Şen, Z. (2017). Innovative trend significance test and applications. *Theoretical and applied climatology*, 127, 939-947.
- [13] Ay, M., Karaca, Ö. F., & Yıldız, A. K. (2018). Comparison of Mann-Kendall and Sen's innovative trend tests on measured monthly flows series of some streams in Euphrates-Tigris Basin. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 34(1), 78-86.
- [14] Wang, Y., Xu, Y., Tabari, H., Wang, J., Wang, Q., Song, S., & Hu, Z. (2020). Innovative trend analysis of annual and seasonal rainfall in the Yangtze River Delta, Eastern China. *Atmospheric Research*, 231, 104673.
- [15] Gümüş, V., & Şimşek, O. (2020). Şanlıurfa İstasyonunun Aylık Ortalama Güneşlenme Şiddetinin Farklı Yöntemler ile Trend Analizi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 5(3), 227-238.
- [16] Ceyhunlu, A. I., & Aydın, F. (2020). Yenilikçi Şen trend yöntemi ile Sakarya'nın meteorolojik verilerinin eğilim analizi. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 5(2), 1-7.
- [17] Hamed, K. H. (2008). Trend detection in hydrologic data: the Mann-Kendall trend test under the scaling hypothesis. *Journal of hydrology*, 349(3-4), 350-363.
- [18] Yue, S., Pilon, P., & Cavadias, G. (2002). Power of the Mann-Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. *Journal of hydrology*, 259(1-4), 254-271.
- [19] Fathian, F., Dehghan, Z., Bazrkar, M. H., & Eslamian, S. (2016). Trends in hydrological and climatic variables affected by four variations of the Mann-Kendall approach in Urmia Lake basin, Iran. *Hydrological Sciences Journal*, 61(5), 892-904.
- [20] Yilmaz, B. (2019). Analysis of hydrological drought trends in The Gap Region (Southeastern Turkey) by Mann-Kendall test and Innovative Şen Method. *Applied Ecology & Environmental Research*, 17(2).
- [21] Phuong, D. N. D., Tram, V. N. Q., Nhat, T. T., Ly, T. D., & Loi, N. K. (2020). Hydro-meteorological trend analysis using the Mann-Kendall and innovative-Şen methodologies: a case study. *International Journal of Global Warming*, 20(2), 145-164.
- [22] Hu, Z., Liu, S., Zhong, G., Lin, H., & Zhou, Z. (2020). Modified Mann-Kendall trend test for hydrological time series under the scaling hypothesis and its application. *Hydrological Sciences Journal*, 65(14), 2419-2438.
- [23] Mahajan, D. R., & Dodamani, B. M. (2015). Trend analysis of drought events over upper Krishna basin in Maharashtra. *Aquatic Procedia*, 4, 1250-1257.

- [24] Fathian, F., Dehghan, Z., Bazrkar, M. H., & Eslamian, S. (2016). Trends in hydrological and climatic variables affected by four variations of the Mann-Kendall approach in Urmia Lake basin, Iran. *Hydrological Sciences Journal*, 61(5), 892-904.
- [25] <http://www.karakopru.gov.tr> (Accessed: 09.10.2023)
- [26] <http://www.adiyamanozelidare.gov.tr> (Accessed: 09.10.2023)
- [27] Pamuk, G., Özgürel, M., & Topçuoğlu, K. (2004). Standart yağış indisi (SPI) ile Ege bölgesinde kuraklık analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(1).
- [28] Şen, Z. (2017). Hydrological trend analysis with innovative and over-whitening procedures. *Hydrological Sciences Journal*, 62(2), 294-305.
- [29] İlker, A., & Terzi, Ö. (2021). Sıcaklık verilerinin trend analizi: Çankırı ve Kastamonu örneği. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9(4), 1339-1347.
- [30] Yilmaz, B. (2019). Analysis of hydrological drought trends in the GAP Region (Southeastern Turkey) by Mann-Kendall Test and Innovative Şen Method. *Applied Ecology & Environmental Research*, 17(2).

Yb-BAZLI YARI HEUSLER ALAŞIMININ YAPISAL, ELEKTRONİK, MEKANİK VE FONON SPEKTRUM ÖZELLİKLERİNİN TEORİK OLARAK İNCELENMESİ

Doç. Dr. Abdullah Candan

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, acandan@ahievran.edu.tr, 0000-0003-4807-3017

Doç. Dr. Cihan Kürkcü

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, ckurkcü@ahievran.edu.tr, 0000-0003-3597-1950

ÖZET

Bu çalışma kapsamında, kübik F-43m uzay grubunda kristelleşen YbPdBi yarı-Heuslerinin yapısal, elektronik, fonon spektrum ve mekanik gibi temel fiziksel özellikleri ilk prensip hesaplamalardan olan Quantum-Espresso paket programı yardımıyla ve yoğunluk fonksiyonel teorisi çerçevesinde düzlem dalga psödopotansiyel yöntemiyle hesaplandı. Bu çalışmada gerçekleştirilen hesaplamaların tümünde değiş-tokuş korelasyon enerjisi için Perdew-Burke-Ernzerhof (PBE) ve genelleştirilmiş eğim yaklaşımı (GGA) kullanıldı. Bu yarı-Heusler bileşiğinin Y1, Y2 ve Y3 yapısal fazları için çizdirilen toplam enerji değerlerine göre hacim değerleri Birch-Murnaghan durum denkleminde fit edilerek, çalışılan bileşiğin tüm fazları için örgü sabitleri (a_0), Bulk modülleri (B) ve Bulk modüllerinin basınca göre birinci türevleri (B') hesaplanmıştır. Bu üç eğriden en düşük toplam enerjiye sahip Y3-fazı olduğundan bu bileşiğin en kararlı fazının olduğu tespit edilmiştir. YbPdBi'nin Y3 fazı için hesaplanan örgü sabiti literatürdeki deneysel veri ile oldukça uyumlu olduğu görüldü. YbPdBi yarı-Heusler bileşiğinin Y3-fazı için yüksek simetri yönleri boyunca çizdirilen elektronik bant yapı grafiğinden malzemenin Fermi Enerji seviyesinde sürekli değere sahip olmasından ötürü elektriksel açıdan metalik karakter sergilediği görülmüştür. Y3 yapısal fazında hesaplanan elastik sabitler Born kararlılık şartlarına uyduğundan YbPdBi yarı-Heusler bileşiğinin bu fazda elastik olarak kararlıdır. Y1 ve Y2 fazları bu şartlara uymadığından elastik olarak kararsız oldukları söylenebilir. Ayrıca, Bulk modülü (B), Shear modülü (G), Young modülü (E), Pugh oranı (B/G) ve Poisson oranı (ν) gibi mekanik özellikler hesaplanan elastik sabitlerden türetilmiştir. Son olarak, bu bileşik için gerçekleştirilen fonon bant yapısı hesaplamalarından dinamik olarak kararlı olduğu bulunmuştur.

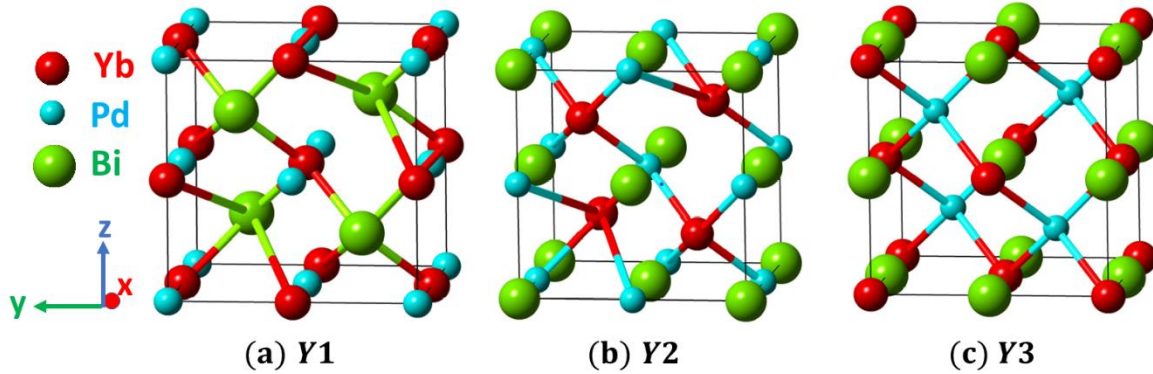
Anahtar Kelimeler: Yarı-Heusler, DFT, Mekanik Özellikler, Elektronik Band Yapısı.

1. GİRİŞ

Yarı-Heusler NiMnSb’de yarı-metalikliğin keşfinden sonra [1], XYZ fazına sahip Heusler bileşikler, optoelektronik [2, 3], spintronik [4] ve termoelektrik uygulamalar [5, 6] gibi teknolojinin en etkili alanlarında potansiyel uygulamaları nedeniyle araştırmacıların ilgi odağı olmuştur. Bu bileşikler genel olarak X ile Y atomları geçiş metalleri sınıfından Z atomu ise ana sınıf elementlerinden oluşan intermetalik malzemelerdir. Atomik pozisyonlar ise X için (0, 0, 0) noktaları, Y için (1/2, 1/2, 1/2) noktaları ve Z için (1/4, 1/4, 1/4) noktaları ile F-43m uzay grubuna (No. 216) uyan bir yapıya sahiptirler [7]. Yarı-Heusler bileşikler, MgAgAs tipi yapıdaki bir kristalde, Y1, Y2 ve Y3 yapısal fazlara sahip iç içe geçen dört yüz merkezli kübik süper örgü olarak oluşur. YbPdBi yarı-Heusler bileşiğinin Y1, Y2 ve Y3 yapısal fazlarına ait olası atomik pozisyonlar Çizelge 1’de verilmiştir. Ayrıca Y1, Y2 ve Y3 fazlarındaki kristal yapıların gösterimi ise Görsel 1’de resmedilmiştir.

Çizelge 1. YbPdBi için olası atomik pozisyonlar

Faz	Yb	Pd	Bi
Y1	(0.5, 0.5, 0.5)	(0, 0, 0)	(0.25, 0.25, 0.25)
Y2	(0.25, 0.25, 0.25)	(0.5, 0.5, 0.5)	(0, 0, 0)
Y3	(0, 0, 0)	(0.25, 0.25, 0.25)	(0.5, 0.5, 0.5)



Görsel 1. Y1, Y2 ve Y3 fazlarındaki kristal yapıların gösterimi (kırmızı-Yb, mavi-Pd ve yeşil-Bi)

Mekanik stabilite, mukavemet, malzemenin doğası ve bant yapısının istatistikleri bu malzemelerin endüstriyel uygulamaları için çok önemlidir. 1995 yılında LeBras ve arkadaşları [8] tarafından yapılan çalışmada Mössbauer spektroskopisi kullanılarak kübik üçlü alaşımlardan YbPdBi ve YbNiSb’nin mikroskobik incelemesi yapılmıştır. Daha sonraki yıllarda YbPdBi’nin de içinde bulunduğu üçlü YbTX bileşikler (T=Au, Pd, Rh, Pt; X=Sn, Bi) X-ışını fotoemiyon spektroskopisi (XPS) ile elektronik yapıları incelenmiştir [9]. Fakat literatür tarandığında elastik özelliklerinin yanı sıra ve fonon spektrumları ile ilgili herhangi bir veri bulunmamaktadır.

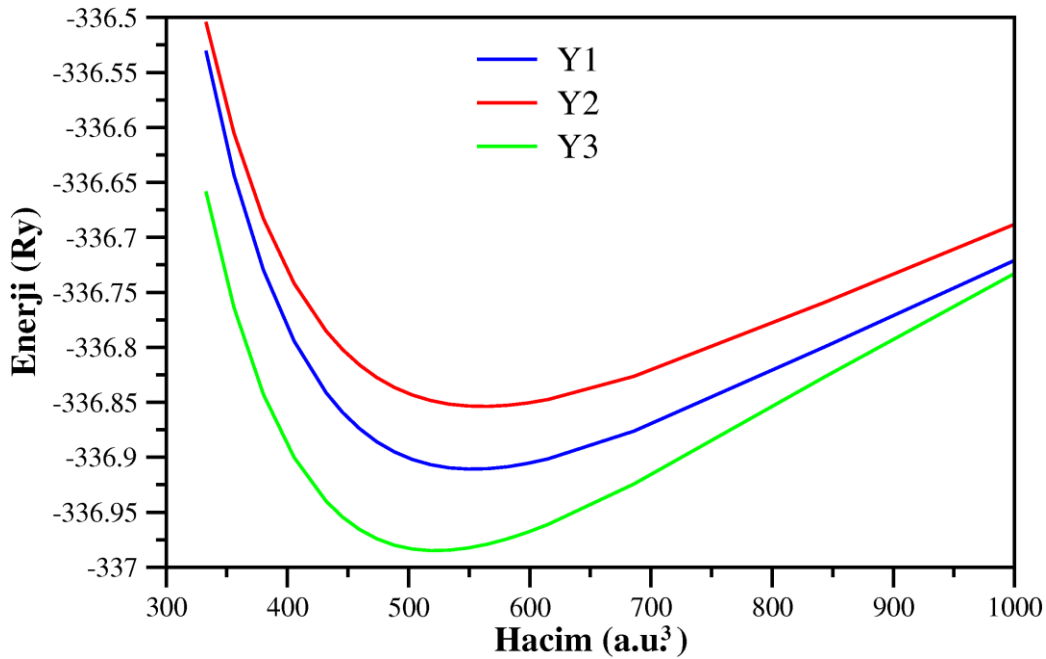
2. HESAPLAMA AYRINTILARI

YbPdBi yarı-Heusler bileşiği için ab initio hesaplamalar, Quantum Espresso kodunda [11] ilk prensipler düzlem dalga psödopotansiyel yöntemi kullanılarak gerçekleştirildi. Dalga fonksiyonları ve yük yoğunluğu için kesme değerleri sırasıyla 50 Ry ve 500 Ry olarak girildi. Brillouin bölgesinin entegrasyonları 12 x 12 x 12 k-nokta seti kullanılarak gerçekleştirildi [12, 13]. Değiş-tokuş korelasyon potansiyeli için Perdew-Burke ve Ernzerhof [14] tarafından parametrize edilen GGA yaklaşımı göz önüne alındı. Elastik sabitler kristalin birim hücresinin hacminde değişiklik yaratmayan küçük bir deformasyon uygulamak suretiyle toplam enerjinin hesaplanmasından elde edildi [15]. Daha sonra Kohn-Sham denklemlerinin çözümleri için kafes dinamik özellikleri, yoğunluk-fonksiyonel teorisine dayalı doğrusal tepki yaklaşımı [16] kullanılarak hesaplandı.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Yapısal Özellikler

YbPdBi yarı-Heusler bileşiğinin her üç yapısal fazı için (Y1, Y2, Y3) kararlı yapısal konfigürasyonunu tahmin etmek için yapısal optimizasyon gerçekleştirilmiştir. Birch-Murnaghan [17] durum denklemi kullanılarak toplam enerjinin hacmin bir fonksiyonu olarak uydurulmasıyla optimize edilmiştir. Görsel 2’de gösterilen optimizasyon grafiklerinden, YbPdBi için en kararlı Y3 fazının olduğu açıktır.



Görsel 2. YbPdBi için Y1, Y2 ve Y3 yapısal fazlarında hacim optimizasyon eğrileri

Bu üç yapısal faz için dengedeki örgü sabitleri, toplam enerjiler, Bulk modülleri ve Bulk modüllerinin basınca göre birinci türevleri Çizelge 2 ile verilmiştir. YbPdBi'nin Y3 fazı için hesaplanan örgü sabiti literatürdeki deneysel değerler olan 6.5975 Å [8] ve 6.590 Å [10] ile oldukça uyumludur.

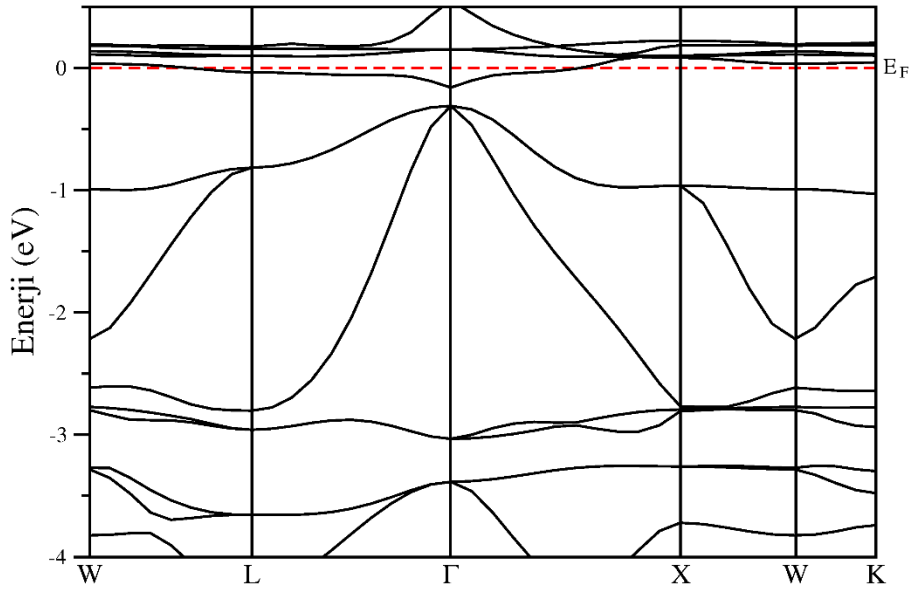
Çizelge 2. Hesaplanan yapısal parametreler

F-43m	Type	a (Å)	B (GPa)	B'	E_{top} (Ry)
YbPdBi	Y1	6.879	49.4	4.88	-336.911
	Y2	6.945	40.3	4.46	-336.854
	Y3	6.748	59.8	4.93	-336.985

3.2. Elektronik Özellikler

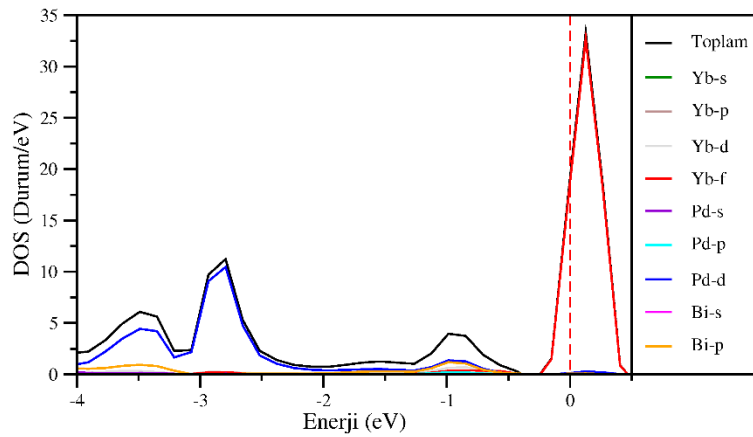
Şekil 4'te rapor edilen sonuçlar, spin-up kanalında Fermi seviyesinde (E_F) birkaç enerji durumunun var olduğunu açıkça ortaya koymakta ve ilgili durumun metalik bir karakteristiğe sahip olduğunu göstermektedir

C1b tipi kristal yapısındaki Yarı-Heusler YbPdBi'nin Y3 fazı için Brillouin bölgesindeki yüksek simetri yönleri boyunca çizdirilen elektronik bant yapısı Görsel 3'te verilmiştir. Fermi seviyesinde bant boşluğu olmadığı yani enerji bantları süreklilik gösterdiği için bu bileşiğin metalik karakteristiğe sahip olduğu görülmektedir.



Görsel 3. YbPdBi'nin Y3 yapısal fazında band yapısı

Ayrıca, elektronik katkının daha iyi analiz edilmesi için bu bileşiğin toplam ve kısmi durum yoğunluğu Görsel 4'te verilmiştir. Düşük enerji bölgesinde (-4 ve -2 eV civarında) esas olarak Pd-d durumlarından meydana geldiği ve ayrıca Fermi seviyesi ve üzerinde ise Yb-f durumlarının baskın olduğu görülmektedir.



Görsel 4. YbPdBi'nin Y3 yapısal fazında toplam ve parçalı durum yoğunlukları

3.3. Elastik Özellikler

Katıların elastik sabitleri kristallerin mekanik ve dinamik davranışları arasında bir bağlantı sağlar ve katılarda kuvvetlerin doğası hakkında önemli bilgi verir. Bu incelemede göz önüne alınana bileşiğin kübik elastik sabitlerinin tespit edilmesinde kristalin birim hücre hacmini değiştirmeyecek şekilde belirli ve ufak bir deformasyon yaratılmış ve enerjideki değişimlerden yola çıkılarak elastik sabitler elde edilmiştir. Kübik bir kristalin üç bağımsız elastik sabiti vardır. Bunlar; C_{11} , C_{12} ve C_{44} 'tür ve yarı Heusler (C1b) tipi YbPdBi'nin Y3 fazı için elastik sabitler Çizelge 3'te sunulmuştur.

Çizelge 3. Elastik sabitler

Y3 fazı	C_{11} (GPa)	C_{12} (GPa)	C_{44} (GPa)
YbPdBi	103.20	38.37	21.14

Bu alaşım için mekanik kararlılık, elastik sabitleri açısından analiz edilmiştir. Aşağıda kübik kristaller için Born tarafından belirlenen kararlılık kriterleri verilmiştir [18]:

$$C_{11} > 0, C_{11} - C_{12} > 0, B > 0, C_{44} > 0 \quad (1)$$

Bu çalışmada incelenen YbPdBi bileşiğinin Y3 fazı için hesaplanan kübik elastik sabitler yukarıda verilen kararlılık kriterlerini uyduğundan elastik açıdan bu malzeme kararlıdır. Ayrıca, Bulk modülü (B), Shear modülü (G), Young modülü (E), Pugh oranı (B/G) ve Poisson oranı (ν) gibi mekanik özellikler elastik sabitlerden türetilmiş ve Çizelge 4'te sunulmuştur.

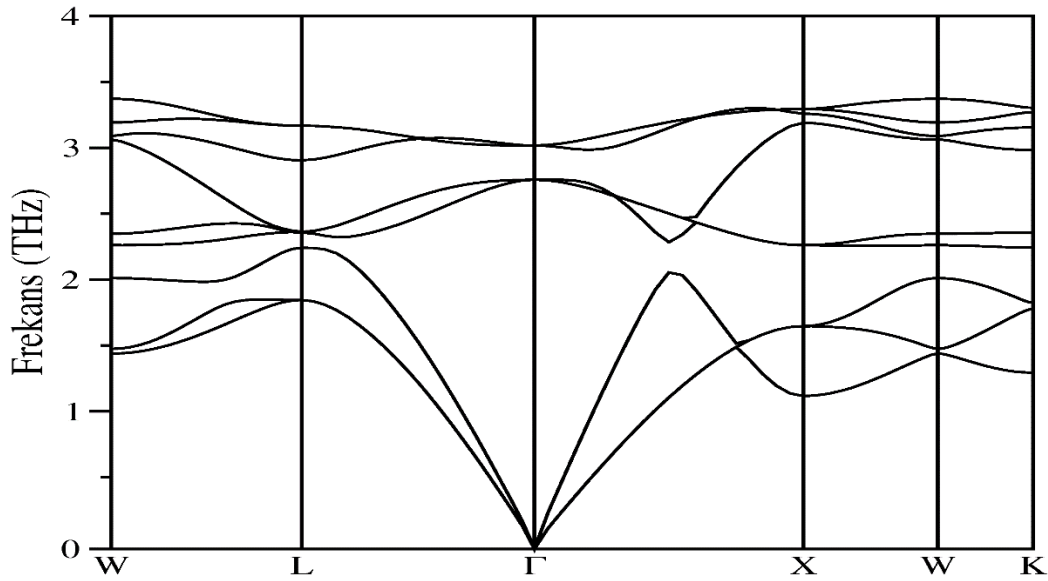
Çizelge 4. Mekaniksel parametreler

	B (GPa)	G_V (GPa)	G_R (GPa)	G (GPa)	B/G	E (GPa)	ν
YbPdBi	59.98	25.65	24.56	25.10	2.39	66.09	0.316

Yapısal özelliklerden elde edilen B değeri (59,8) ile elastik özelliklerden elde edilen B değeri (59,98) uyuşmaktadır. Süneklik ve kırılma özelliklerini araştırmak için malzemelerdeki kırılma aralığını gösteren ampirik bir kriteri olan Pugh [19] oranı B/G hesaplandı. İncelenen malzemenin B/G oranı 1,75 değerinden büyükse sünek özellik sergilerken; aksi taktirde ise kırılma özellik sergiler. Bu malzeme için B/G değeri 2,39 olarak hesaplandı. Bu sonuç incelenen bileşiğin sünek doğasını işaret etmektedir.

3.4. Fonon Spektrumu

Fonon özelliklerinin bilinmesi, faz geçişi, termodinamik kararlılık, termal özellikler ve elektron-fonon etkileşimleri gibi birçok malzeme özelliğinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. YbPdBi bileşiğinin yüksek simetri yönleri boyunca hesaplanan fonon spektrumları Görsel 4'te gösterilmiştir. Bu malzemenin birim hücresinde üç atom vardır. Böylece, üçü akustik dal ve altısı optik dal olmak üzere dokuz fonon dalı mevcuttur. Hesaplanan fonon spektrumları bu bileşiğin pozitif fonon frekansları ile kübik yapıda dinamik olarak kararlı olduğunu doğrulamaktadır.



Görsel 5. YbPdBi'nin fonon spektrumu

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, YbPdBi bileşiğinin yapısal, elektronik bant yapısı, fonon spektrumu ve elastik özellikleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. İlk olarak, Y1, Y2 ve Y3 konfigürasyonlarında birim hücre hacminin bir fonksiyonu olarak hesaplanan toplam enerjiler Birch-Murnaghan durum denkleminde fit edilerek en kararlı yapısal faz Y3 olarak belirlendi. Elektronik özellikler kapsamında bu malzeme için hesaplanan elektronik bant yapısı ve toplam-kısmi durum yoğunluğu eğrilerinden malzemenin elektriksel açıdan metalik bir karaktere sahip olduğu görüldü. Ayrıca, bu bileşiğin çeşitli mekanik özellikleri incelenmiş ve Y3 yapısal fazında bu

bileşğin elastik açıdan kararlı olduğu sonucuna varılmıştır. Son olarak çizdirilen fonon spektrumlarından malzemenin dinamik açıdan kararlı olduğu bulundu.

Teşekkür: Bu çalışma TBY.A4.23.004 No’lu Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Heusler, F. (1903). Über magnetische manganlegierungen. *Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft*, 5, 219.
- [2] De Groot, R. A., Mueller, F. M., van Engen, P. V., & Buschow, K. H. J. (1983). New class of materials: half-metallic ferromagnets. *Physical review letters*, 50(25), 2024.
- [3] Mehnane, H., Bekkouche, B., Kacimi, S., Hallouche, A., Djermouni, M., & Zaoui, A. (2012). First-principles study of new half Heusler for optoelectronic applications. *Superlattices and Microstructures*, 51(6), 772-784.
- [4] Casper, F., Graf, T., Chadov, S., Balke, B., & Felser, C. (2012). Half-Heusler compounds: novel materials for energy and spintronic applications. *Semiconductor Science and Technology*, 27(6), 063001.
- [5] Zhang, R. L., Damewood, L., Zeng, Y. J., Xing, H. Z., Fong, C. Y., Yang, L. H., ... & Felser, C. (2017). Two prospective Li-based half-Heusler alloys for spintronic applications based on structural stability and spin-orbit effect. *Journal of Applied Physics*, 122(1).
- [6] Gruhn, T. (2010). Comparative ab initio study of half-Heusler compounds for optoelectronic applications. *Physical Review B*, 82(12), 125210.
- [7] Hirohata, A., Sagar, J., Fleet, L. R., & Parkin, S. S. (2016). Heusler alloy films for spintronic devices. *Heusler Alloys: Properties, Growth, Applications*, 219-248.
- [8] LeBras, G., Bonville, P., Hodges, J. A., Hammann, J., Besnus, M. J., Schmerber, G., ... & Andre, G. (1995). Local symmetry lowering in the cubic intermetallics YbPdBi and YbNiSb. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 7(28), 5665.
- [9] Szytuła, A., Jezierski, A., Penc, B., Winiarski, A., Leithe-Jasper, A., & Kaczorowski, D. (2003). Electronic structure of YbTX compounds. *Journal of alloys and compounds*, 360(1-2), 41-46.

- [10] Dhar, S. K., Nambudripad, N., & Vijayaraghavan, R. (1988). Heavy-fermion mixed-valent behaviour in YbPdSb and YbPdBi. *Journal of Physics F: Metal Physics*, 18(3), L41.
- [11] Giannozzi, P., Baroni, S., Bonini, N., Calandra, M., Car, R., Cavazzoni, C., ... & Wentzcovitch, R. M. (2009). QUANTUM ESPRESSO: a modular and open-source software project for quantum simulations of materials. *Journal of physics: Condensed matter*, 21(39), 395502.
- [12] Monkhorst, H. J., & Pack, J. D. (1976). Special points for Brillouin-zone integrations. *Physical review B*, 13(12), 5188.
- [13] Methfessel, M. P. A. T., & Paxton, A. T. (1989). High-precision sampling for Brillouin-zone integration in metals. *Physical Review B*, 40(6), 3616.
- [14] Perdew, J. P., Burke, K., & Ernzerhof, M. (1996). Generalized gradient approximation made simple. *Physical review letters*, 77(18), 3865.
- [15] Wang, S. Q., & Ye, H. Q. (2003). First-principles study on elastic properties and phase stability of III–V compounds. *physica status solidi (b)*, 240(1), 45-54.
- [16] Baroni, S., De Gironcoli, S., Dal Corso, A., & Giannozzi, P. (2001). Phonons and related crystal properties from density-functional perturbation theory. *Reviews of modern Physics*, 73(2), 515.
- [17] Birch, F. (1947). Finite elastic strain of cubic crystals. *Physical review*, 71(11), 809.
- [18] Born, M., & Huang, K. (1954). *Dynamic theory of crystal lattices*. Clarendon.
- [19] Pugh, S. F. (1954). XCII. Relations between the elastic moduli and the plastic properties of polycrystalline pure metals. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 45(367), 823-843.

TAM HEUSLER Li_2MgSb BİLEŞİĞİNİN TEMEL FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE İLK PRENSİPLER ÇALIŞMASI

Doç. Dr. Abdullah Candan

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, acandan@ahievran.edu.tr, 0000-0003-4807-3017

Doç. Dr. Cihan Kürkcü

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, ckurkc@ahievran.edu.tr, 0000-0003-3597-1950

ÖZET

Li_2MgSb Heusler bileşiğinin yapısal, elektronik ve elastik özellikleri yoğunluk fonksiyonel teorisine dayalı birinci prensip hesaplamaları kullanılarak incelenmiştir. L_{21} tipi (Cu_2MnAl) yapının daha düşük toplam enerjiye sahip olmasından dolayı XA tipine (Hg_2CuTi) göre yapısal açıdan daha kararlı olduğu bulunmuştur. Bu bileşiğin optimize edilmiş örgü sabitleri ve Bulk modülü değerleri sırasıyla Fm-3m fazı için 6,748 Å; F-43m fazı için 6,880 Å'dur. Oluşum enerjisi hesaplamaları ile bileşiğin hem termodinamik stabilitesi hem de en kararlı faz durumları irdelenmiştir. L_{21} tipi Li_2MgSb için optimize edilmiş örgü sabitleri kullanılarak zor-zorlanma yaklaşımı ile gerçekleştirilen hesaplamalardan C_{11} , C_{12} ve C_{44} kübik elastik sabitler tahmin edilmiş ve daha sonra da bu değerler kullanılarak Bulk modülü, Shear modülü, Young modülü, Poisson oranı, Debye sıcaklığı ve erime sıcaklıkları elde edilmiştir. Bunun yanı sıra Li_2MgSb Heusler bileşiğinin gevrek/sünek yapısı ve izotropik/anizotropik davranışları incelenmiştir. B/G oranını analiz ederek, bu malzemenin sünek yapıda olduğu sonucuna varılmıştır. Alaşımların elektronik özellikleri üzerine yapılan hesaplamaların sonuçlarına göre, Fermi seviyesinde iletim ve valans bandı arasındaki çakışma nedeniyle metalik karaktere sahip oldukları açıkça görülmektedir. Sonuçlar, incelenen malzemenin yüksek sıcaklık uygulamaları için umut verici bir aday olduğunu göstermektedir.

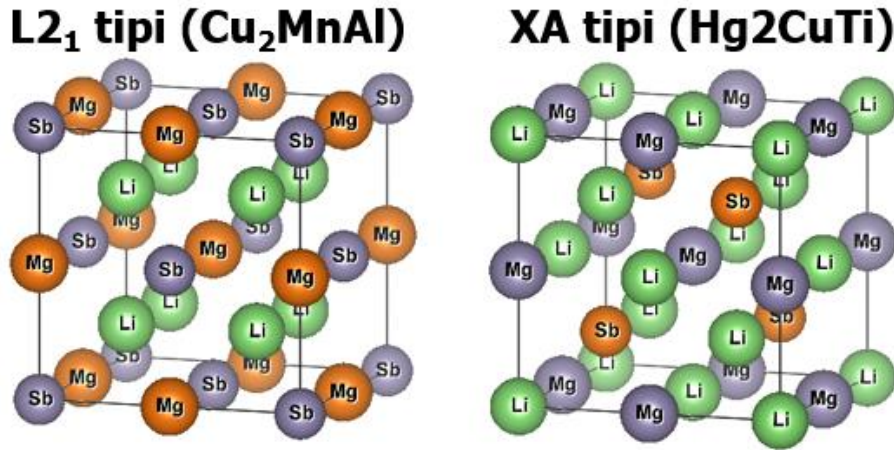
Anahtar Kelimeler: Yarı-Heusler, DFT, Mekanik Özellikler, Elektronik Band Yapısı.

4. GİRİŞ

Heusler tipi yapılar 1903 yılında Friedrich Heusler tarafından CuMn alaşımına 3. grup elementinin eklenmesiyle keşfedilmiştir [1]. Heusler tipi bileşikler intermetalik yapılardır ve Heusler tipi bileşik için kabul edilen formül ABC veya A_2BC 'dir. Heusler tipi bileşikler geçiş metalleri (A ve B elementleri) ve III veya V grubundan bir element (C elementi) içerir. Heusler tipi yapıların bileşimi, A atomlarının koordinatlarının (0.0, 0.0, 0.0) ve (0.5, 0.5, 0.5), B atomunun koordinatının (0.25, 0.25, 0.25) ve C atomunun koordinatının (0.75, 0.75, 0.75) olduğu A_2BC şeklindedir [2, 3]. Bu alaşımların elektronik bant yapıları üzerine yapılan hesaplamalar, bu alaşımların yarı metalik ferromanyetik yapıda olduğunu göstermiştir [4, 5]. Alaşımı oluşturan atomların ferromanyetik özelliklerinin değiştirilebilmesi bu alaşımlar

arasındaki farkı oluşturmaktadır. Heusler tipi yapılar, manyetik şekil hafızası etkisi nedeniyle yeterli ısıl işlemle orijinal boyut ve şekillerini geri kazanabilirler. Bu önemli özelliği sayesinde Heusler tipi alaşımlar teknolojinin birçok farklı alanında kullanılmaktadır [6].

Sunulan çalışmada incelenen Li_2MgSb kristal sistemi XA tipi ve L2_1 tipi olmak üzere iki tip yapıya sahiptir. XA tipi CuHg_2Ti tipi olarak bilinir ve 216 uzay numarası ile F-43m uzay grubuna uyarken, L2_1 tipi AlCu_2Mn tipi olarak bilinir ve 225 uzay numarası ile Fm-3m uzay grubuna uymaktadır. XA kristal yapısında lityum (Li) atomları sırasıyla 4a (0, 0, 0) ve 4d (0,75, 0,75, 0,75) koordinatlarında konumlanırken, magnezyum (Mg) ve kalay (Sb) atomları sırasıyla 4b (0,5, 0,5, 0,5) ve 4c (0,25, 0,25, 0,25) koordinatlarında konumlanır. Ayrıca, L2_1 tipi kristal yapıda atomların konumları aşağıdaki gibidir: Li atomları 4a ve 4b konumlarında yer alırken, Mg ve Sb atomları sırasıyla 4c ve 4d konumlarında yer almaktadır. İki farklı tip kristal sistem için üç boyutlu (3D) kristal şekilleri Şekil 1’de verilmiştir.



Görsel 1. L2_1 tipi ve XA tipi için 3D (üç boyutlu) kristal şekilleri

Li ve Mg gibi hafif elementler içeren bileşikler, hidrojen depolama potansiyelleri nedeniyle ilginç malzemeler olmuştur [7]. Li_2MgSi , Li_2MgGe , Li_2MgSn , Li_2MgSb gibi yapılar Heusler-tipi yapılar olarak bilinir [8]. Bu çalışmanın temel amacı Li_2MgSb alaışımının bazı temel fiziksel özelliklerini araştırmaktır.

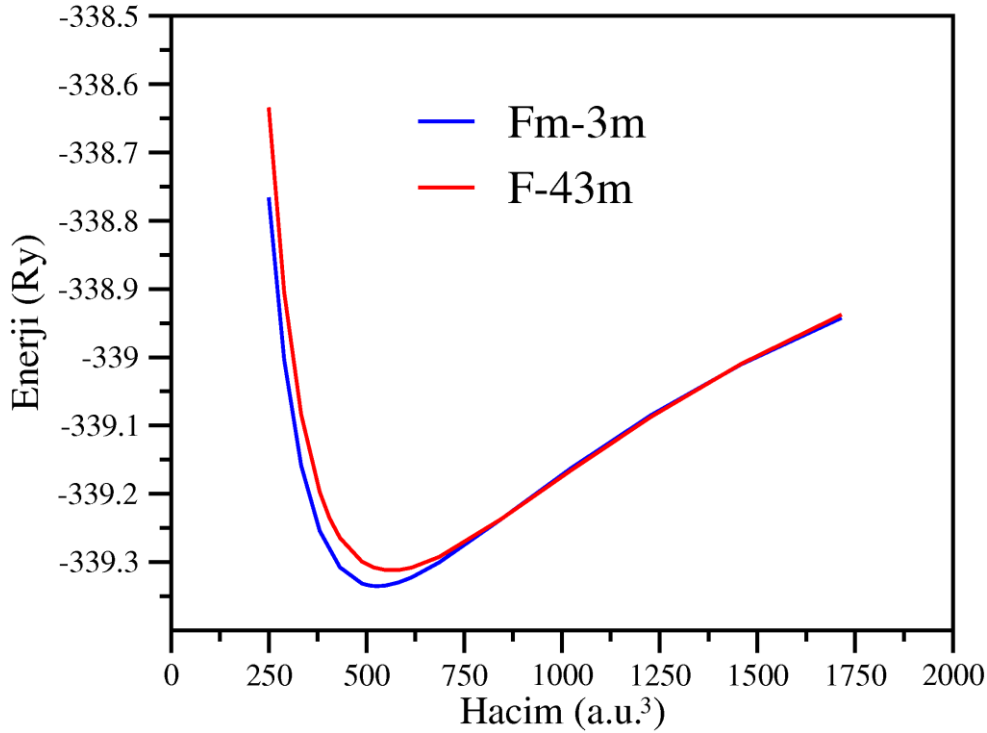
5. HESAPLAMA AYRINTILARI

Yüzey merkezli kübik yapılı Tam-Heusler Li_2MgSb alaışımının elektronik, elastik ve yapısal özellikleri yoğunluk fonksiyonel teorisine (DFT) dayalı olarak Quantum Espresso yazılımında uygulanmıştır [9]. Dalga fonksiyonları ve yük yoğunluğu için kesilim enerji değerleri sırasıyla 50 Ry ve 500 Ry olarak alındı. Brillouin bölgesinin optimizasyonu $12 \times 12 \times 12$ k-nokta seti kullanılarak gerçekleştirildi [10, 11]. Korelasyon ve değişim potansiyeli, Perdew-Burke-Ernzerhof tarafından uygulanan genelleştirilmiş gradyan yaklaşımı (GGA-PBE) ile hesaplandı [12]. Elastik özellikler kristalin birim hücresinin sahip olduğu hacimde fark oluşturmeyen çok az bir deformasyon yaratmak suretiyle toplam enerji değerlerinin elde edilmesi ile ortaya çıkarıldı [13].

6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Yapısal Özellikler

Yapısal optimizasyon, birim hücre hacmi ile toplam enerji değişiminden oluşur ve Li_2MgSb Heusler alaşımı için manyetik olmayan (NM) durumlarda hacme karşı hesaplanan toplam enerji değerleri ile yapının kararlılık durumlarını belirlemek için kullanılır. Li_2MgSb Heusler alaşımı için $L2_1$ ve XA tipi olmak üzere iki farklı kristal yapı tiplerinde Görsel 2’de verilen enerji-hacim değerleri çizdirilerek $Fm-3m$ ($L2_1$) yapısının en düşük enerjiye sahip olmasından dolayı en kararlı faz olduğu sonucuna varılmıştır.



Görsel 2. Enerji-hacim değişimi

Enerji-hacim değerleri aşağıda verilen Birch-Murnaghan [14] durum denklemine fit edilerek her iki faz için örgü parametreleri, Bulk modülü ve basınç türevleri gibi bazı yapısal parametreler elde edilmiştir ve Çizelge 1’de sunulmuştur.

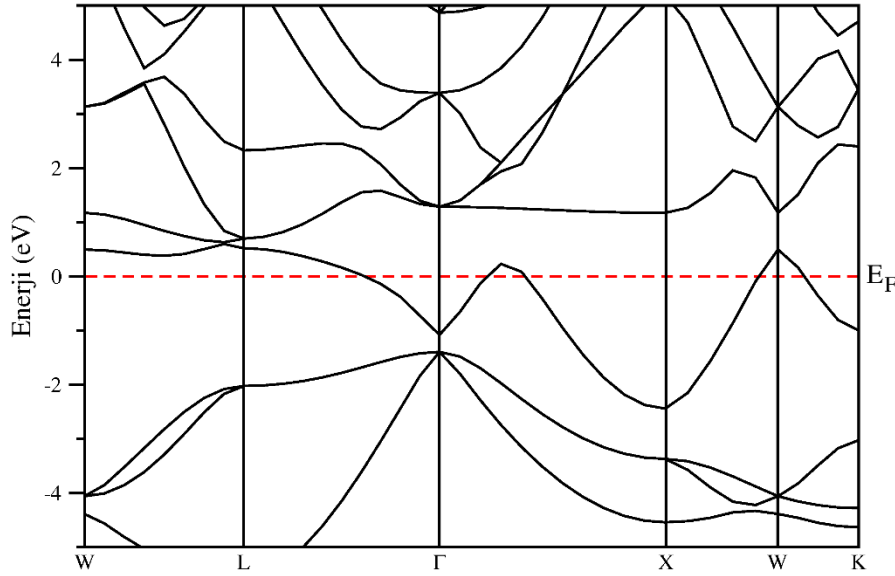
$$E(V) = E_0 + \frac{9V_0B_0}{16} \left\{ \left[\left(\frac{V_0}{V} \right)^{2/3} - 1 \right]^3 B'_0 + \left[\left(\frac{V_0}{V} \right)^{2/3} - 1 \right]^2 \left[6 - 4 \left(\frac{V_0}{V} \right)^{2/3} \right] \right\} \quad (1)$$

Çizelge 1. Hesaplanan yapısal parametreler

	Type	a_0 (Å)	B_0 (GPa)	B'_0	ΔH_f (eV/f.u.)
Li_2MgSb	Fm-3m	6.748	33.7	4.47	-1.56
	F-43m	6.880	32.2	4.33	-1.26

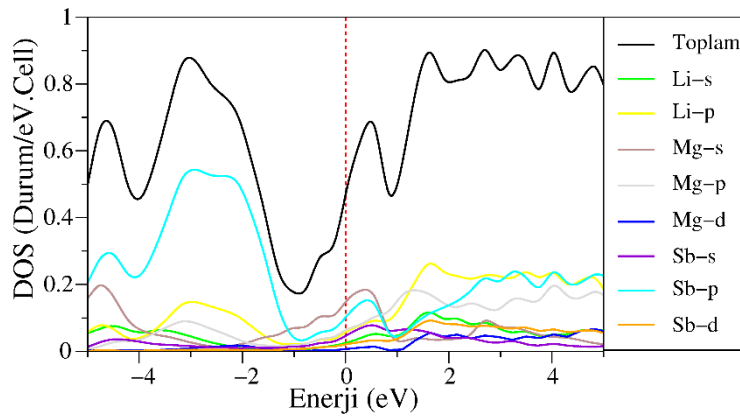
3.2. Elektronik Özellikler

Görsel 3'te gösterilen GGA-PBE yaklaşımı ile elde edilen bant yapısı, değerlik bandının iletim bandı ile örtüştüğünü ve Fermi seviyesinde bir boşluğun olmadığını açıkça göstermektedir, bu da tam Heusler alaşımı Li_2MgSb 'nin metalik bir davranış sergilediğini göstermektedir.



Görsel 3. Elektronik band yapısı

Görsel 4 incelenen malzemenin GGA-PBE yaklaşımı ile elde edilen toplam ve kısmi durum yoğunluklarını (TDOS ve PDOS) açıklamaktadır. Düşük enerjili bölgelerde (-5 ve -1 eV civarında) esas olarak Sb-p durumlarının baskın olduğunu ve ayrıca Fermi seviyesi üzerinde ise Li-p, Mg-s ve Sb-p durumlarının baskın olduğu görülmektedir.



Görsel 4. Toplam ve kısmi durum yoğunlukları

3.3. Elastik Özellikler

Elastik sabitler, kristallerin makroskobik gerilime karşı makroskobik tepkisini ölçer ve mekanik özellikler ve termodinamik özellikler gibi birçok temel fiziksel özelliklerle doğrudan ilişkilidir. Ayrıca, elastik sabitler atomlar arası bağların anizotropisi ve yapısal kararlılık hakkında önemli bilgiler verir. Kübik yapılar için, C_{11} , C_{12} ve C_{44} olmak üzere belirlenmesi gereken üç sabit vardır. Li_2MgSb Heusler alaşımı için hesaplanan bu değerler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Elastik sabitler

	Type	C ₁₁ (GPa)	C ₁₂ (GPa)	C ₄₄ (GPa)
Li ₂ MgSb	Fm-3m	41.42	32.66	27.51

Kübik kristallerin yapısındaki mekanik kararlılık kriterleri için koşullar Born tarafından formüle edilmiş ve elastik sabitler cinsinden ifade edilmiştir [15].

$$C_{11} > 0, \quad C_{11} - C_{12} > 0, \quad B > 0, \quad C_{44} > 0 \quad (1)$$

Bu çalışmada incelenen malzeme için hesaplanan kübik elastik sabitler yukarıda verilen kararlılık kriterlerini uyduğundan elastik olarak bu malzeme karardır. Ayrıca, Bulk modülü (B), Shear modülü (G), Young modülü (E), Pugh oranı (B/G) ve Poisson oranı (ν) gibi mekanik özellikler elastik sabitlerden türetilmiş ve Çizelge 3'te sunulmuştur.

Çizelge 3. Mekaniksel parametreler

	B (GPa)	G _V (GPa)	G _R (GPa)	G (GPa)	B/G	E (GPa)	ν	T _M	θ _D (K)
Li ₂ MgSb	35.58	18.26	8.84	13.55	2.63	36.07	0.33	798	247

Yapısal özelliklerden elde edilen Bulk modülü (33.70) ile elastik özelliklerden elde edilen Bulk modülü (35,58) uyumludur. Süneklik ve kırılmalık özelliklerinin belirlenmesi için malzemelerdeki kırılma aralığını gösteren Pugh [16] oranı B/G hesaplandı. İncelenen malzemenin B/G oranı 1,75 değerinden büyükse sünek özellik sergilerken; diğer durumda ise kırılmalık özellik sergiler. İncelenen malzeme için B/G değerinin değeri Çizelge 3'te 2,63 olarak verildi. Bu sonuç incelenen bileşiğin sünek doğasını ortaya koymaktadır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Sunulan bu çalışmada, üçlü Heusler tipi Li₂MgSb alaşımı, F-43m uzay grubuna uygun XA tipi ve Fm-3m uzay grubuna uygun L₂₁ tipi olmak üzere iki farklı tip kristal yapıda incelenmiştir. Li₂MgSb Heusler alaşımı için oluşum entalpisi hesaplamaları ve enerji-hacim grafikleri, enerjik kararlılığın L₂₁ tipli yapıda diğerine göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bu bileşim termodinamik olarak karardır ve her iki kristal yapı için negatif oluşum enerjisi değerlerine sahip olması nedeniyle yapısal olarak sentezlenebilir. Daha sonra, metalik davranış hesaplanan elektronik bant yapısından ve çizilen durum yoğunluğundan gözlemlenmiştir. Ayrıca, hesaplanan elastik sabitler mekanik kararlılığı ve kırılmalık karakteri göstermektedir. Yukarıda bahsedilen malzeme, özellikle mekanik kararlılığı ve kırılmalığı nedeniyle yüksek gerilimli yükler içeren birçok sivil ve askeri uygulamada kullanılabilir.

Teşekkür: Bu çalışma TBY.A4.23.004 No'lu Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Heusler, F. (1903). Über magnetische manganlegierungen. *Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft*, 5, 219.
- [2] De Groot, R. A., Mueller, F. M., van Engen, P. V., & Buschow, K. H. J. (1983). New class of materials: half-metallic ferromagnets. *Physical review letters*, 50(25), 2024.
- [3] Mehnane, H., Bekkouche, B., Kacimi, S., Hallouche, A., Djermouni, M., & Zaoui, A. (2012). First-principles study of new half Heusler for optoelectronic applications. *Superlattices and Microstructures*, 51(6), 772-784.
- [4] Casper, F., Graf, T., Chadov, S., Balke, B., & Felser, C. (2012). Half-Heusler compounds: novel materials for energy and spintronic applications. *Semiconductor Science and Technology*, 27(6), 063001.
- [5] Zhang, R. L., Damewood, L., Zeng, Y. J., Xing, H. Z., Fong, C. Y., Yang, L. H., ... & Felser, C. (2017). Two prospective Li-based half-Heusler alloys for spintronic applications based on structural stability and spin-orbit effect. *Journal of Applied Physics*, 122(1).
- [6] Gruhn, T. (2010). Comparative ab initio study of half-Heusler compounds for optoelectronic applications. *Physical Review B*, 82(12), 125210.
- [7] Herbst, J. F., & Meyer, M. S. (2010). Structural, electronic, and hydriding properties of Li₂MgSi. *Journal of alloys and compounds*, 492(1-2), 65-68.
- [8] Stoiber, D., Bobnar, M., Höhn, P., & Niewa, R. (2017). Lithium alkaline earth tetrelides of the type Li₂ AeTt (Ae= Ca, Ba, Tt= Si, Ge, Sn, Pb): synthesis, crystal structures and physical properties. *Zeitschrift für Naturforschung B*, 72(11), 847-853.
- [9] Giannozzi, P., Baroni, S., Bonini, N., Calandra, M., Car, R., Cavazzoni, C., ... & Wentzcovitch, R. M. (2009). QUANTUM ESPRESSO: a modular and open-source software project for quantum simulations of materials. *Journal of physics: Condensed matter*, 21(39), 395502.
- [10] Monkhorst, H. J., & Pack, J. D. (1976). Special points for Brillouin-zone integrations. *Physical review B*, 13(12), 5188.
- [11] Methfessel, M. P. A. T., & Paxton, A. T. (1989). High-precision sampling for Brillouin-zone integration in metals. *Physical Review B*, 40(6), 3616.
- [12] Perdew, J. P., Burke, K., & Ernzerhof, M. (1996). Generalized gradient approximation made simple. *Physical review letters*, 77(18), 3865.

- [13] Wang, S. Q., & Ye, H. Q. (2003). First-principles study on elastic properties and phase stability of III–V compounds. *physica status solidi (b)*, 240(1), 45-54.
- [14] Birch, F. (1947). Finite elastic strain of cubic crystals. *Physical review*, 71(11), 809.
- [15] Born, M., & Huang, K. (1954). Dynamic theory of crystal lattices. Clarendon.
- [16] Pugh, S. F. (1954). XCII. Relations between the elastic moduli and the plastic properties of polycrystalline pure metals. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 45(367), 823-843.

MOBİLYA VE LEVHA İŞLETMELERİNİN ÜRETİM SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE BİR YÖNTEM OLARAK SÜRDÜRÜLEBİLİR DEĞER AKIŞI HARİTALAMA (sür-DAH)

Dr. Öğr. Üyesi, Ahmet Bora KIRKLIKÇI

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, borakirklikci@gmail.com – 0000-0002-0401-8182

ÖZET

Sürdürülebilirlik işletmeleri geleneksel üretim sistemlerinden, yalın üretim, yeşil üretim ve ardından sürdürülebilir üretime yönlendirmiştir. Sürdürülebilir üretim, "ürünün kullanım ömrü sonu değerini geri kazanabilen veya atabilen katma değerli bir geri kazanım süreci" olarak tanımlanmaktadır. Sürdürülebilir değer akışı haritalaması (sür-DAH), işletmelerin faaliyetlerini çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlarda değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir. Orman ürünleri endüstrisi, odun veya ara ürünlerin ormandan sanayi tesislerine taşınmasından sonra başlayan ve istenilen son ürüne bağlı olarak kereste/mobilya/levha/kâğıt üretimi faaliyetlerinden oluşan bir endüstridir. Yenilenebilir orman kaynaklarına dayalı bu sektör, uzun vadeli çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliği artıran ürünler sağlamak için iyi bir konuma sahiptir. Orman ürünleri sektöründe sadece mobilya ve levha işletmelerinde sür-DAH'ın kullanıldığı birkaç vaka çalışması bulunmaktadır. Genel olarak mobilya üretiminde süreçler hammadde hazırlama, yapım, montaj, bitirme, kalite kontrol ve paketleme iken; levha üretimi için süreçler ise hammadde ve yonga üretimi, kurutma, hazırlama, tutkallama, serme, pres ve ebatlamadır. Mobilya ve levha işletmelerinde sür-DAH'ın sürdürülebilirlik performansını görselleştirmek ve iyileştirme fırsatlarını belirlemek için ilişkili metrikler, çevresel gösterge için hammadde kullanımı, enerji tüketimi ve su tüketimi; sosyal gösterge için çalışma ortamı güvenliği, fiziksel ergonomi ve sağlık düzeyi; ekonomik gösterge için hız kaybı ve toplam hatalı üründür. Bu derlemede, mobilya ve levha işletmelerinin üretim sürdürülebilirliği performansının değerlendirilmesinde sür-DAH'ın kullanımı (göstergeler, metrikler, ölçüm yöntemleri ve görselleştirme) ile ilgili bir model sunulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir üretim, Sürdürülebilir değer akışı haritalama, Mobilya sektörü, Levha sektörü.

1. GİRİŞ

Sürdürülebilirlik işletmeleri ekonomik hedeflere odaklanan ve sosyal sorumluluk sahibi geleneksel işletme politikalarından, geleceğe yönelik plan ve beklentilerini ve diğer tüm faaliyetlerini çevre dostu bir şekilde yeniden değerlendiren politikalara yönlendirmiştir (Hartini vd., 2020). Bu paradigmanın gelişimi ile işletmeler geleneksel üretim sistemlerinden, yalın üretim, yeşil üretim ve ardından sürdürülebilir üretime geçiş yapmıştır (Atoillah ve Hartini, 2021; Ngu vd., 2020). Yalın üretim israfı ortadan kaldırılması gereken bir hedef olarak görülmektedir ve bu nedenle sürdürülebilir üretime ulaşmanın bir ön koşulu olarak görülmüştür (Verma ve Sharma, 2021).

Amerika Birleşik Devletleri Ticaret Bakanlığı, sürdürülebilir üretimi, “olumsuz çevresel etkileri en aza indiren, enerji ve doğal kaynakları koruyan, çalışanlar, toplumlar ve tüketiciler için güvenli ve ekonomik açıdan sağlam olan süreçlerin kullanıldığı üretim” olarak tanımlamaktadır (Antony vd., 2018). Diğer bir tanımla sürdürülebilir üretim, “ürünün kullanım ömrü sonu değerini geri kazanabilen veya atabilen katma değerli bir geri kazanım süreci” olarak tanımlanmaktadır (Ngu vd., 2020). Sürdürülebilirlik kavramının üçlü sonuç çizgisini yani çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlar arasındaki ilişkileri temsil eden değerlendirme göstergeleri, endüstriyel yönetim modellerinin yapısına eklenmiştir (Junior vd., 2018; Cagno vd., 2019). Sürdürülebilirlik ürünün tasarım sürecinde başlar ve üretim, dağıtım, kullanım ve bertaraf süreçlerinde de devam eder (Barata vd., 2016; Djatna ve Prasetyo, 2019).

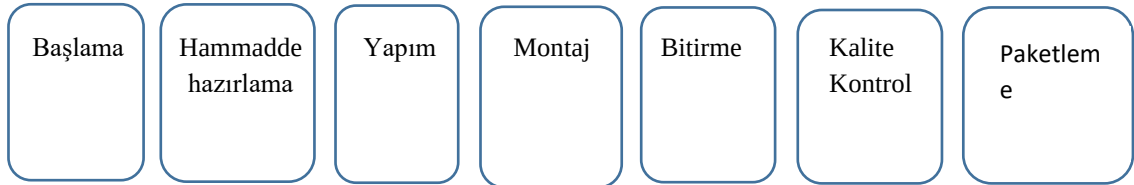
Kökeni Toyota Üretim Sistemi'ne dayanan Değer Akışı Haritalaması (DAH), bir ürünün müşteriye teslimine kadar olan süreci görselleştiren ve israfın nerede olduğunu belirleyerek iyileştirme fırsatları sunan bir yalın üretim aracıdır (Ben Fredj-Ben Alaya, 2016; Rafael vd., 2022). DAH, malzeme akışını, bilgiyi ve organizasyonel karar almayı izler ve katma değeri olmayan faaliyetlerde iyileştirmeler yaparak üretim sisteminin yeniden tasarlanması için temel sağlar (Singh vd., 2011; Forno vd., 2014; Vinodh vd., 2015). Sürdürülebilir değer akışı haritalaması (sür-DAH) kavramı, işletmelerin faaliyetlerini çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlarda değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir (Faulkner ve Badurdeen, 2014). Geleneksel DAH metodolojisinde sadece ekonomik göstergelere odaklanılırken, bir üretim hattının sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesi açısından önemli olan çevresel ve sosyal göstergeler ile ilgili ölçümler dikkate alınmamaktadır (Djatna ve Prasetyo, 2019). Faulkner ve Badurdeen (2014), sür-DAH için metrik seçerken dikkate alınması gereken iki önemli kriterin olduğunu belirtmişlerdir. Birincisi, sürdürülebilirlik performansını değerlendirmede seçilen metriğin bir araç olarak faydalı olmasıdır. Fazlalık ve tekrarlardan kaçınmak için en fazla faydayı sağlayacak minimum sayıda metriği seçmek gerekir. İkincisi, görsel bir araç olarak kullanılabilirliğini sürdürmek için sür-DAH'a yalnızca seçilen temel metriklerin dahil edilmesidir.

Orman ürünleri endüstrisi, odun veya ara ürünlerin ormandan sanayi tesislerine taşınmasından sonra başlayan ve istenilen son ürüne bağlı olarak kereste/mobilya/levha/kağıt üretimi faaliyetlerinden oluşan bir endüstridir (Scholz vd., 2018; Zhang vd., 2020; Molinaro ve Orzes, 2022). Orman ürünleri endüstrisi, dünya çapında faaliyet gösteren bir endüstridir ve hammaddeleri dünyanın her yerinden temin eder. Bu nedenle orman ürünlerinin üretiminin sürdürülebilir olması için endüstrinin çevreye duyarlı olması gerekmektedir (Tuppura vd., 2013). Ormanlardan elde edilen yenilenebilir doğal kaynaklara dayalı bu sektör, uzun vadeli çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliği artıran ürünler sağlamak için iyi bir konuma

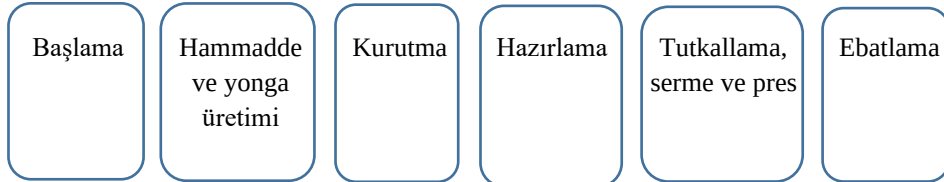
sahiptir. Orman ürünleri sektöründe sür-DAH'ın kullanıldığı çok az çalışma vardır. [Hartini vd. \(2018\)](#), sürdürülebilir üretimi sağlamak için çevresel ve sosyal boyutların eklendiği bir sür-DAH yöntemi geliştirmiş ve üretim süreci performansını bir mobilya firması üzerinde değerlendirmiştir. [Atoillah ve Hartini, \(2021\)](#), bir MDF işletmesinde sür-DAH ile sürdürülebilirlik göstergelerinin incelemiştir.

Sür-DAH, orman ürünleri sektöründe faaliyet gösteren işletmeler için çevresel, sosyal ve ekonomik performansı yakalama yeteneklerini değerlendirmek için kullanabilecekleri bir araçtır. Bu derleme, mobilya ve levha işletmelerinin üretim sürecinde sür-DAH'ın kullanılması için çevresel, sosyal ve ekonomik göstergelerinin tanımlanması ve bu göstergelerdeki iyileştirme çabalarının sonuçlarının analiz edilmesinde kullanılabilecek metrikler ile ilgili bir çerçeve sunulması amacı ile hazırlanmıştır.

Genel olarak mobilya işletmelerinde üretim süreçleri hammadde hazırlama, yapım, montaj, bitirme, kalite kontrol ve paketlemedir ([Hartini vd., 2018](#)). Levha üretimi için süreçler ise hammadde ve yonga üretimi, kurutma, hazırlama, tutkallama, serme ve pres ve ebatlamadır ([Atoillah ve Hartini, 2021](#)). İlk süreç, her iki sektör için de hammadde hazırlamadır.



Görsel 1. Mobilya Üretim Süreci



Görsel 2. Levha Üretim Süreci

Mobilya ve levha işletmelerinde sür-DAH'ın sürdürülebilirlik performansını görselleştirmek ve iyileştirme fırsatlarını belirlemek için ilişkili metrikleri içermesi gerekir. Üretim sürecinin sürdürülebilirliğini sür-DAH ile analiz etmek için, sürdürülebilirliğin çevresel, sosyal ve ekonomik alanı için metrikle belirlenmelidir. Aşağıdaki bölümlerde her bir metriğin seçilme nedeninin yanı sıra her birinin nasıl ölçüleceği ve sür-DAH ile görselleştirileceği açıklanacaktır.

2. GÖSTERGELER VE METRİKLER

2.1. Çevresel Göstergeler

Sür-DAH'a dahil edilmek üzere seçilebilecek çevresel metrikler enerji tüketimi ve hammadde kullanımınıdır.

2.1.1. Enerji tüketimi: Enerji tüketimi, yenilenemeyen kaynakların kullanımı ve sera gazı emisyonları nedeniyle çevresel sürdürülebilirlikle doğrudan ilişkilidir. Enerji tüketimi metriği, makinelerin ısı, verimsizlik vb. nedeniyle enerji kayıplarını değil, bir süreç tarafından tüketilen enerji miktarını tanımlar (enerji kaybı sür-DAH 'ın kapsamı dışındadır). Hem süreç enerji tüketimi hem de her süreç arasındaki taşıma ve/veya özel depolama sırasında tüketilen enerji miktarı kaydedilmekte ve ayrı ayrı toplanarak değerlendirilmektedir. Her süreç için enerji tüketim verileri ölçüldükten sonra hangi süreçlerin daha yüksek enerji tüketimine sahip olduğunu belirlenerek enerji verimsizlikleri veya kayıpları daha ayrıntılı analiz edilir ([Erlach ve Westkämper, 2009](#); [Hartini vd., 2020](#); [Keskin vd., 2013](#); [Verma ve Sharma, 2021](#); [Djatna ve Prasetyo, 2019](#)).

2.1.2. Hammadde kullanımı: Belirli bir işlem için kullanılan malzeme miktarının optimize edilmemesi daha fazla enerji tüketimine ve atık ürüne neden olur. Çoğu zaman, üretimdeki en büyük malzeme israfı, artan atık malzemeye yol açan kesme işlemleri sırasında kaybedilen miktarlarla ilgilidir ([Faulkner ve Badurdeen, 2014](#)). Kullanılan malzeme miktarı, bir ürünü oluşturmak için gereken işlem süresine ve aynı zamanda bu işlemin enerji tüketimine doğrudan bağlıdır, dolayısıyla bir işlem hattının hem ekonomik hem de çevresel performansı ile bağlantılıdır. [Sygulla vd. \(2011\)](#), üretimdeki maliyetlerin %50'sinin, ürünü üretmek için enerji tüketiminden ve hammadde kullanımından kaynaklandığını bildirmiştir. Bir ürün birden fazla hammadde gerektirdiğinde sür-DAH'a dahil edilecek en önemli malzeme/materyaller tanımlanmalıdır. Katı maddeler kütle bazında izlenebilir. Her süreç sırasında eklenen ve çıkarılan malzeme miktarı kaydedilmekte ve ayrı ayrı toplanarak değerlendirilmektedir ([Hartini vd., 2018](#); [Atoillah ve Hartini, 2021](#); [Djatna ve Prasetyo, 2019](#); [Verma ve Sharma, 2021](#)).

2.1.3. Süreçte kullanılan su: Üretim sürecinde kullanılan su, yağlar ve soğutucular, su kullanımı ölçümünün ana odağıdır. Burada, potansiyel iyileştirme alanlarını belirlemek amacıyla her bir süreç adımı için ihtiyaç duyulan, kullanılan ve kaybedilen su miktarının (hacimsel olarak ölçülen) takip edilmesini önerilmektedir. Kaybedilen su miktarı, süreç hattındaki başka bir süreç tarafından kullanılmayan veya tesis içerisinde geri dönüştürülmeyen su miktarıdır. İhtiyaç duyulan, kullanılan ve kaybedilen miktarlar, su için olduğu gibi yağlar ve soğutucular için de aynı şekilde geçerlidir ([Verma ve Sharma, 2021](#); [Faulkner ve Badurdeen, 2014](#)).

2.2. Sosyal Göstergeler

Sürdürülebilirliğin sosyal çevre üzerindeki etkisinin ilgili tüm paydaşlar dikkate alınarak incelenmesini gereklidir. Sür-DAH kullanılarak değerlendirilen faaliyetlerin kapsamı göz önüne alındığında, etkilenen paydaş grubu çalışanlardır. Çalışanın sağlık ve güvenliğine yönelik riskler, bu risklerin çalışan için günlük tehlikeler mi yoksa belirli bir süreçte çalışan için potansiyel tehlikeler mi olduğu fark etmeksizin düzenli olarak ölçülmeli ve izlenmelidir.

Burada amaçlanan sosyal metrikler fiziksel çalışma ve çalışma ortamıdır (Khan vd., 2019; Kumar ve Antony, 2008).

2.2.1. Fiziksel çalışma: Bu metrik, işyerinin fiziksel ergonomisine odaklanılmaktadır. İşletmenin özelliğine göre Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi (REBA), Hızlı Üst Ekstremité Değerlendirmesi (RULA) ve Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH) kaldırma denklemi vb. araçlar kullanılabileceği belirtilmiştir (Verma ve Sharma, 2021). Atoillah ve Hartini (2020) sür-DAH metodolojisinde bir metrik olarak işletmedeki devamsız çalışan sayısı içeren sağlık düzeyi ölçümünü kullanmışlardır.

2.2.2. Çalışma ortamı: Farklı üretim süreçleri farklı potansiyel tehlikelere sahip olabilir. Bu nedenle çalışma ortamını değerlendirmek için dört potansiyel risk kategorisi belirlenmiştir: elektrik sistemleri, kullanılan tehlikeli kimyasallar/malzemeler, basınçlı sistemler ve yüksek hızlı bileşenler. Her potansiyel risk kategorisi söz konusu riskin olasılığı ve etkisine dayalı olarak 1-5 arasında bir derecelendirme sistemi ile değerlendirilmektedir. Atoillah ve Hartini (2020) sür-DAH metodolojisinde bir metrik olarak işletmedeki riskli faaliyet sayısı ve etkinlik sayısını içeren çalışma ortamının güvenlik düzeyi ölçümünü kullanmışlardır. Kullanıcının, çalışanların sağlık ve güvenliğinin başka bir yönünü incelemesine olanak sağlamak için buna maruz kalma seviyelerinin sür-DAH 'ye kaydedilmesi gerekir (Helleno vd., 2017).

2.3. Ekonomik Göstergeler

Ekonomik göstergelyi değerlendirmek için bazı metrikler kullanılabilir. Sür-DAH'a dahil edilmek üzere seçilen ekonomik metrikler süreç süresi ve hatalı ürün miktarıdır.

2.3.1. Süreç süresi: Ekonomik göstergedeki metriklerden biridir. Süreç süresi zaman verimliliğini ve üretim maliyetlerini büyük ölçüde etkilemektedir. Zaman verimliliği iyileştirilebilirse üretkenlik artar ve birim başına göreli üretim maliyeti azalır. Üretim maliyetinin azalması ile işletmenin ekonomik performansı artıracaktır. Süreç süresi üretim finansmanı miktarını ve ürün teslimatının doğruluğunu etkiler (Costa vd., 2018; Faulkner ve Badurdeen, 2014; Erlach ve Westkämper, 2009; Gutowski vd., 2009; Atoillah ve Hartini, 2021).

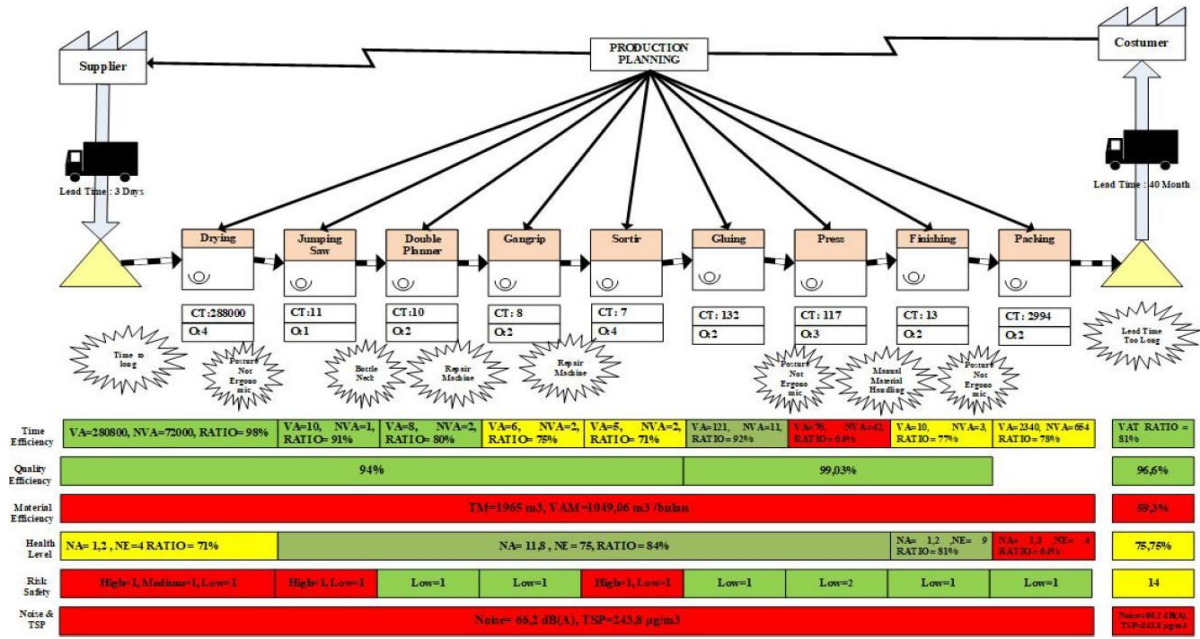
2.3.2. Hatalı ürün: Hatalı ürün yeniden işlenebilir olarak sınıflandırılan kusurlu ürünler ve imha edilen ürünleri kapsar. Hatalı ürün sayısı kalite verimliliğini göstermesi bakımından önemlidir (Gonzalez-Aleu vd., 2018; Gutowski vd., 2009; Atoillah ve Hartini, 2021).

Mobilya ve Levha işletmelerinde sür-DAH göstergeleri için önerilen metrikler ve bu metriklere dayalı olarak verimliliğin hesaplanmasında kullanılabilecek formüller ekte verilmiştir.

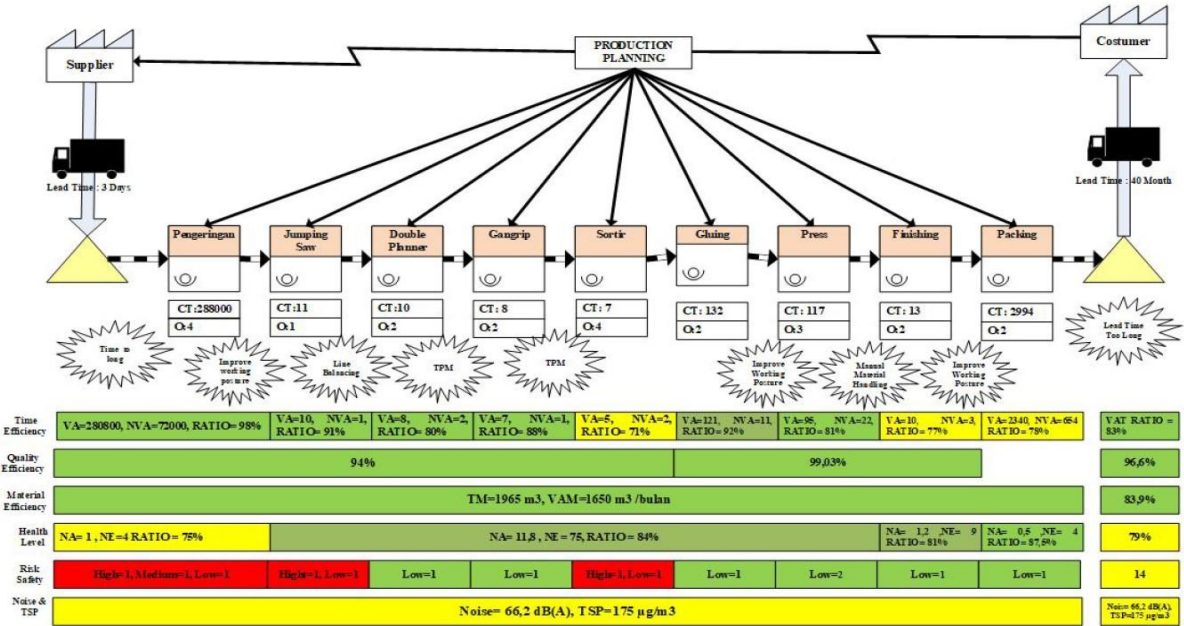
Çizelge 1. Gösterge Puanlama Formülleri

Dimension	Indicator	The related metrics	Equation	References
ECONOMY	Time Efficiency (TE)	VAT: Value Added Time NVAT: Non-Value-Added Time TT: Total Time	$TE = VAT/TT$	Faulkner ve Badurdeen, 2014
	Quality Efficiency (QE)	ND: Number of Defects TM: Total Material QE: Quality Efficiency	$QE = 1 - ND/TM$	Huang ve Badurdeen, 2018; Hartini vd., 2020
ENVIROMENTAL	Material Efficiency (ME)	VAM: Value Added Material NVAM: Non-Value-Added Material TM: Total Material	$ME = VAM/TM$	Faulkner ve Badurdeen, 2014
	Water Efficiency (WE)	WUP: Water Used in the Process LW: Lost Water TW: Total Water	$WE = WUP/TW$	Verma ve Sharma, 2021
SOCIAL	Health Efficiency (HE)	NA: Number employees absent NE: Number employee	$HE = 1 - NA/NE$	Lee vd., 2014; Huang ve Badurdeen, 2018; Hartini vd., 2020
	Risk Efficiency (RE)	NR: Number of activities with risks Nac: Number of activities	$RE = 1 - NR/Nac$	Lee vd., 2014; Huang ve Badurdeen, 2018; Hartini vd., 2020

Levha sektörüne ait mevcut durum sür-DAH örneği Görsel 3’te ve gelecekteki durum sür-DAH örneği Görsel 4’de verilmiştir. Bu işletmeye ait mevcut sür-DAH incelendiğinde, ekonomik boyut için zaman verimliliği %81, kalite verimliliği ise %93,5’dir. Malzeme verimlilik düzeyi yaklaşık %59,3’tür ve çevresel boyut performansı düşüktür. Sosyal boyut performansında çalışanların sağlık verimliliği %75,75 ile düşük kategoride yer almaktadır. 15 çalışma riski bulunmaktadır ve çalışma ortamı koşullarında gürültü seviyesi normal ve toz miktarı eşik sınırın üstündedir. İşletmenin malzeme planlamasını optimize etmek, ulaşım yolu koşullarını iyileştirmek, Toplam Verimli Bakım (TVB)’ı uygulamak, odun atıkları için işbirliği yapmak ve işçiler için eğitim, güvenlik ve sağlık programları yürütmek gibi potansiyel çözümler ile verimlilik düzeyinde gerçekleştirebileceği iyileşmeler de gelecekteki sür-DAH’ı üzerinde gösterilmiştir.



Görsel 3. Bir Levha İşletmesinin Mevcut sür-DAH Analizi



Görsel 4. Bir Levha İşletmesinin Gelecek İçin sür-DAH Analizi

(Kaynak: Atoillah, F. and Hartini, S. (2021). Design of sustainable value stream mapping to improve the sustainability indicator: Case in MDF company. In Journal of Physics: Conference Series, 1858, 012025)

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Sür-DAH, orman ürünleri işletmelerinde sürdürülebilirliğin gösterilmesinde yararlı bir araçtır. Bu bölümde ortaya konulan tasarım, farklı özelliklere sahip orman ürünleri işletmelerine uygulanarak bu sektörün genel profili oluşturulabilir. Böylece Türkiye’de orman ürünleri sanayinin farklı sektörlerindeki işletmelerde karşılaştırma yapılmasına olanak sağlayabilir.

Ayrıca gelecek çalışmalarda sür-DAH tasarımına bir değişken olarak atık kullanımına ilişkin metriklerin de eklenmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Antony, J., Palsuk, P., Gupta, S., Mishra, D. and Barach, P. (2018). Six sigma in healthcare: A systematic review of the literature. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 35(5), 1075-1092.
- Atoillah, F. and Hartini, S. (2021). Design of sustainable value stream mapping to improve the sustainability indicator: Case in MDF company. *In Journal of Physics: Conference Series*, 1858, 012025.
- Barata, T. Q. F., Rodrigues, O. V., Matos, B. M. and Pinto, R. S. (2016). Furniture design using MDF boards applying concepts of sustainability. *Product: Management and Development*, 14(1), 68-83.
- Ben Fredj-Ben Alaya, L. (2016). VSM a powerful diagnostic and planning tool for a successful lean implementation: A Tunisian case study of an auto parts manufacturing firm. *Production Planning & Control*, 27(7-8), 563-578.
- Cagno, E., Neri, A., Howard, M., Brenna, G. and Trianni, A. (2019). Industrial sustainability performance measurement systems: A novel framework. *Journal of Cleaner Production*, 230, 1354-1375.
- Costa, L.B.M., Filho, M.G., Fredendall, L.D. and Paredes, F.J.G. (2018). Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: A systematic literature review. *Trends in Food Science & Technology*, 82, 122- 133.
- Djatna, T. and Prasetyo, D. (2019). Integration of sustainable value stream mapping (sus VSM) and life-cycle assessment (LCA) to improve sustainability performance. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 9(4), 1337-1343.
- Erlach, K. and Westkämper E. (2009). *Energiewertstrom: Der Weg zur energieeffizienten Fabrik (Energy value stream: The path to the energy efficient factory)*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- Faulkner, W. and Badurdeen, F. (2014). Sustainable value stream mapping (Sus-VSM): Methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance. *Journal of Cleaner Production*, 85, 8-18.
- Forno, A. J. D., Pereira, F. A., Forcellini, F. A. and Kipper, L. M. (2014). Value stream mapping: A study about the problems and challenges found in the literature from the past 15 years about application of lean tools. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 72, 779-790.
- Gonzalez-Aleu, F., Van Aken, E.M., Cross, J. and Glover, W.J. (2018). Continuous improvement project within Kaizen: Critical success factors in hospitals. *The TQM Journal*, 30(4), 335-355.
- Gutowski, T.G., Branham, M.S., Dahmus, J., Jones, A. and Thiriez, A. (2009). Thermodynamic analysis of resources used in manufacturing processes. *Environmental Science & Technology*, 43(5), 1584-1590.

- Hartini S., Ciptomulyono, U., Anityasari, M., Sriyanto and Pudjotomo, D. (2018). Sustainable-value stream mapping to evaluate sustainability performance: Case study in an Indonesian furniture company. *MATEC Web of Conferences*, 154, 01055.
- Hartini, S., Ciptomulyono, U., Anityasari, M. and Sriyanto. (2020). Manufacturing sustainability assessment using a lean manufacturing tool: A case study in the Indonesian wooden furniture industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, 11(5), 957-985.
- Helleno, A. L., de Moraes, A. J. I. and Simon, A. T. (2017). Integrating sustainability indicators and lean manufacturing to assess manufacturing processes: Application case studies in Brazilian industry, *Journal of Cleaner Production*, 153, 405-416.
- Huang, A. and Badurdeen, F. (2018). Metrics-based approach to evaluate sustainable manufacturing performance at the production line and plant levels. *Journal of Cleaner Production*, 192, 462-476.
- Junior, A. N., de Oliveira, M. C. and Helleno, A. L. (2018). Sustainability evaluation model for manufacturing systems based on the correlation between triple bottom line dimensions and balanced scorecard perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 190, 84-93.
- Keskin, C., Asan, U. and Kayakutlu, G. (2013). Value Stream Maps for Industrial Energy Efficiency. In *Assessment and Simulation Tools for Sustainable Energy Systems*, pp. 357-379, Springer: London, UK.
- Khan, S.A, Kaviani, M.A., Galli, B.J., and Ishtiaq, P. (2019). Application of continuous improvement techniques to improve organization performance: A case study, *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(2), 542-565.
- Kumar, M. and Antony, J. (2008). Comparing the Quality Management Practices in UK SMEs. *Industrial Management & Data Systems*, 108(9), 1153-1166.
- Lee, J. Y., Kang, H. S. and Do Noh, S. (2014). MAS2: An integrated modeling and simulation-based life cycle evaluation approach for sustainable manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 66, 146-163.
- Molinaro, M. and Orzes, G. (2022). From forest to finished products: The contribution of Industry 4.0 technologies to the wood sector. *Computers in Industry*, 138, 103637.
- Ngu, H. J., Lee, M. D. and Osman, M. S. B. (2020). Review on current challenges and future opportunities in Malaysia sustainable manufacturing: Remanufacturing industries. *Journal of Cleaner Production*, 273, 123071.
- Rafael, G., Aurelia, N., Angellina, S., Gozali, H. L. and Ali, A. (2022). Lean manufacturing approach using SMED method and value stream mapping on the spring beds production floor. *3rd Asia Pacific International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 613-626.
- Scholz, J., De Meyer, A., Marques, A. S., Pinho, T. M., Boaventura-Cunha, J., Van Orshoven, J, ... Nummila, K. (2018). Digital technologies for forest supply chain optimization: Existing solutions and future trends. *Environmental Management*, 62, 1108-1133.
- Singh, B., Garg, S. K. and Sharma, S. K. (2011). Value stream mapping: literature review and implications for Indian industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 53, 799-809.
- Sygulla, A., Bierer, A. and Gotze, U. (2011). Material flow cost accounting: Proposals for improving the evaluation of monetary effects of resource saving process designs. In:

Proc. of the 44th CIRP Conference on Manufacturing Systems, 1-3 June, Madison, Wisconsin, USA.

- Tuppura, A., Toppinen, A. and Jantunen, A. (2013). Proactiveness and corporate social performance in the global forest industry. *International Forestry Review*, 15(1), 112-121.
- Verma, N. and Sharma, V. (2021). Implementation sustainable value stream mapping (sus-VSM) in manufacturing industry. *Ilkogretim Online*. 20(6), 644-656.
- Vinodh, S., Selvaraj, T., Chintha, S. K. and Vimal, K. E. K. (2015). Development of value stream map for an Indian automotive components manufacturing organization. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 13(3), 380-399.
- Zhang, X., Wang, J., Vance, J., Wang, Y., Wu, J., and Hartley, D. (2020). Data analytics for enhancement of forest and biomass supply chain management. *Current Forestry Reports*, 6, 129-142.

A NOVEL FLEXIBLE ELECTROCHEMICAL SENSOR FOR *ESCHERICHIA COLI* PATHOGEN DETECTION

M.Sc., Orkun ZIYLAN

Necmettin Erbakan University, orkunziylan@gmail.com - 0000-0003-2226-8764

Dr., Mustafa ERKARTAL

Abdullah Gul University, mustafa.erkartal@agu.edu.tr - 0000-0002-9772-128X

Prof. Dr., Unal SEN

Eskisehir Technical University, unalsen@eskisehir.edu.tr - 0000-0003-3736-5049

Assoc. Prof., Aytekin UZUNOGLU

Necmettin Erbakan University, auzunoglu@erbakan.edu.tr - 0000-0002-2726-3930

ABSTRACT

A foodborne pathogen, *Escherichia coli*, can cause serious health issues causing public safety challenges, and can cause troubles in livestock. In addition, it poses a threat of outbreak with a substantial economic loss. Thus, it is a necessity to detect this pathogen. Herein, we present the development of rapid, low-cost, sensitive, flexible, and robust sensors consisting of ZIF-67/holey MWCNT-based hybrids for the detection of *Escherichia coli* pathogen detection. The sensors were fabricated via a facile inkjet printing method on flexible polymeric substrates. The performance of the sensors was evaluated using cyclic voltammetry (CV) and differential pulse voltammetry (DPV) methods. The EDC-NHS conjugation protocol is applied to immobilize the sensor surface.

Keywords: Biosensor, inkjet printing, metal-organic framework, holey MWCNT, electrochemical sensor, *Escherichia coli*.

1. INTRODUCTION

Escherichia coli is one of the bacterial pathogens generally found in the lower intestine of mammals. Those rod-shaped bacteria are not only a great public health issue but at the same time a huge economic threat. According to reported data from 2010, annually approximately 111 million illnesses and 63.000 deaths have been recorded due to *Escherichia coli* on a global scale [1]. Besides the health issues, there is also a huge economic burden of *Escherichia coli*, which was reported that \$6.9 million cost caused by foodborne pathogens per year [2].

The conventional detection methods against *Escherichia coli* are immunological detection, PCR-based detection methods, biosensors, fluorescence, and microscopy [3]. Among those methods, biosensors stand out as cheap, rapid, sensitive, and an accurate way of detecting *E. coli*. Hassan et al. [4], have developed a screen-printed sensor using gold nanoparticles towards HER (Hydroscreen-printed Reaction) superparamagnetic microbeads (MBs) and used chronoamperometric measurement to detect *E. coli* in meat samples. The authors reported an LOD value of 148 CFU/mL. Santos et al. [5], also studied a sensor for the detection of *E. coli* and they produced a label-free impedimetric immunosensor for the detection of the pathogen with electrochemical impedance spectroscopy (EIS) method and reached an LOD value as low

as 2 CFU/mL. Wibowo et al. [6], have produced an electrochemical sensor made with graphene and could detect *E. coli* with a limit detection of 4 CFU. There are also other sensor-based studies such as Song et al. [7], which have developed an immunofluorescence strip sensor, and Huang S. [8], which studied a photo sensor for the detection of *E. coli*.

The given work depicts the development of novel flexible electrochemical sensors for the detection of *E. coli* with high sensitivity and accuracy. The sensors were fabricated via a facile inkjet printing method on polyethylene tetraflate (PET)-based flexible substrates and used as biosensors. ZIF-67-derived carbon nanoparticles and holey carbon nanotubes were employed in the inks and printed on the PET to achieve printed electrodes with high sensitivity and robustness against bending conditions. The physical properties of the printed layers as well as the samples exploited to prepare the inks were characterised using XRD, SEM, EDS, XPS, and Raman methods. In this conference paper, we display some of the primary results of the printed electrodes.

2. EXPERIMENTAL

2.1. Synthesis of Functional Materials

A solvothermal approach was employed to synthesize ZIF-67. Briefly, the components, encompassing cobalt sources and 2-methylimidazole (Hmim), were dissolved in solvents. This mixture was heated in an autoclave in the temperature range of 50 to 200 °C, and the crystalline product was acquired after a duration of 12 to 72 hours. After the synthesis, ZIF-67 samples were subjected to a pyrolysis process conducted at 800 °C under an inert atmosphere. The digital images of the produced ZIF-67 before and after the pyrolysis process are shown in Figure 1. The holey MWCNTs were prepared using a procedure reported in the literature [9]. After the synthesis of the functional materials the carbon nanoparticles obtained from the pyrolysis of ZIF-67 and holey MWCNT are mixed with a mass ratio of 2:1. In addition, to increase the printability of the inks, sodium dodecyl sulfate (SDS $\geq 99.0\%$, Sigma-Aldrich) was introduced into the ink. The powder mixture was ground for 15 minutes in an agate mortar dispersed in DI water and N, N-Dimethylformamide (DMF $\geq 99\%$, Isolab). The ink preparation step was finalized with ultra-sonication and ultrasonic probe processes to achieve high homogeneity.



Figure 1. ZIF-67, from left to right after synthesis, powder form, and after pyrolysis stages.

2.2. Materials Characterization

The determination of both the average particle size of the ink and the zeta potential values was determined using a MALVERN/DLS MPT2 system. The Shimadzu IR Tracer - 100 was utilized to record Fourier-transformed infrared (FTIR) spectra. The Park System XE7 atomic force microscope (AFM) was employed to ascertain the surface roughness and thickness of the deposited films.

2.3. Inkjet Printing

The inks were loaded into commercial cartridges and printed on plasma-treated PET surfaces with optimized surface energies. Figure 3 presents the evolution of the printed layer's resistance with an increasing number of printing passes. It was observed that the resistivity of the printed layer experienced a significant decrease up to 60 printing passes, beyond which it tended to stabilize. The layer versus resistivity correlation is given in Figure 2. As seen in the figure, with the increase in the printing layer pass the resistivity value tends to decrease, after the 60th pass the resistivity stabilizes, and thus the optimum printing layer is determined.

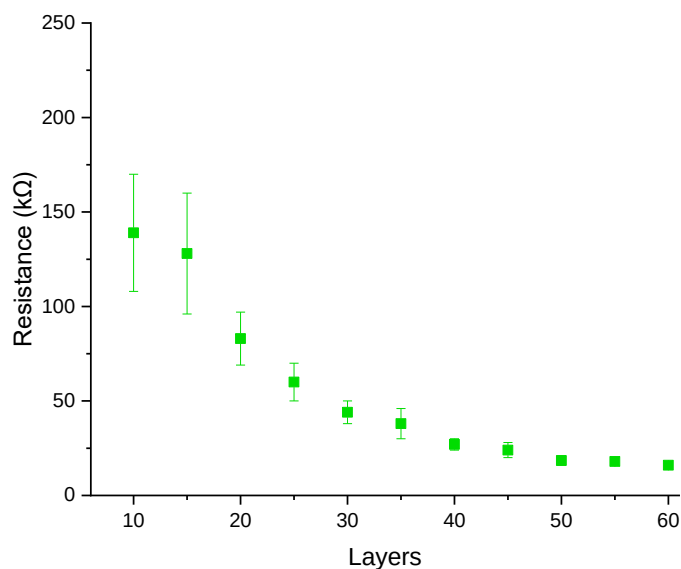


Figure 2. Change in resistance with repeating printing pass.

The produced flexible *Escherichia coli* sensors are shown in Figure 3., as it can be seen not only the optimized for the resistivity but also the visual saturation and the robustness of the sensors also adjusted to the ideal condition.

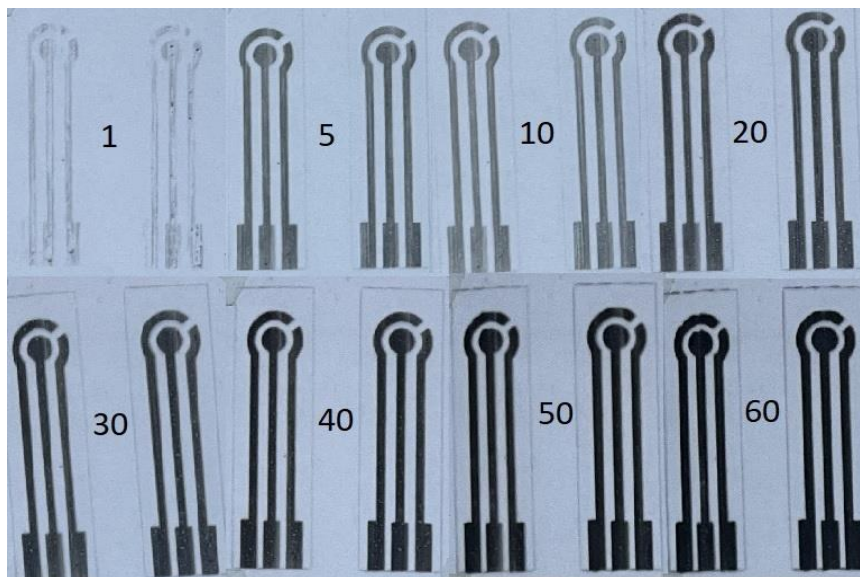


Figure 3. The printing passes from 1 to 60 layers

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Materials Characterization

The assessment of ink stability involved quantitative and qualitative methods, encompassing measurements of zeta potential and average particle size [10]. Table 1. presents the zeta potential and particle size values for select ink formulations prepared in this study.

Table 1. The average particle size and zeta potential

	Average	PdI
Particle size (nm)	248.1	0.232
Zeta Potential (mV)	-34.58	

Observations indicated that the preparation of the inks with elevated concentrations, reaching up to 9 mg/ml ZIF-67/hMWCNT, exhibited noteworthy stability. This stability was affirmed by zeta potential values, which fell within the range of -33.79 to -35.19 mV. Furthermore, the particle size of the inks was considerably smaller than the nozzle dimensions, mitigating the risk of nozzle clogging during the printing process [10]. The AFM image shows the surface roughness of the printed layers, which was found to be in the nm range [11].

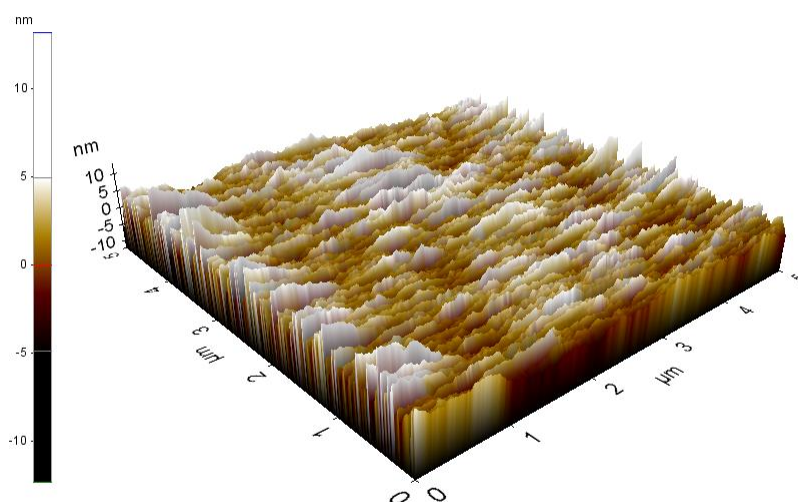


Figure 4. AFM image of the produced flexible sensor

Figure 4. illustrates the FTIR spectrum of MWCNTs, ZIF-67, hMWCNT, and the ink formulations, with the primary peaks marked. The characterized peaks range from 400 to 4000 cm^{-1} . Within Figure 5., the peaks at 1470 cm^{-1} and 1475 cm^{-1} are attributed to the C=C stretching mode associated with MWCNTs and hMWCNTs sidewall defects. The 1741 cm^{-1} peak represents the C=O stretching mode in the H₂SO₄/HNO₃ treated amounts, and a robust absorption peak at about 1170 cm^{-1} is indicative of the stretching of C-O [12]. Regarding ZIF-67, the primary absorption peaks from 1170-1463 cm^{-1} are associated with vibrations of

functional groups in 2-methylimidazole, while the peak at 2926 cm^{-1} corresponds to the symmetric stretching vibration of CH_3 . Based on these outcomes, it can be inferred that the sensor has been effectively printed [13].

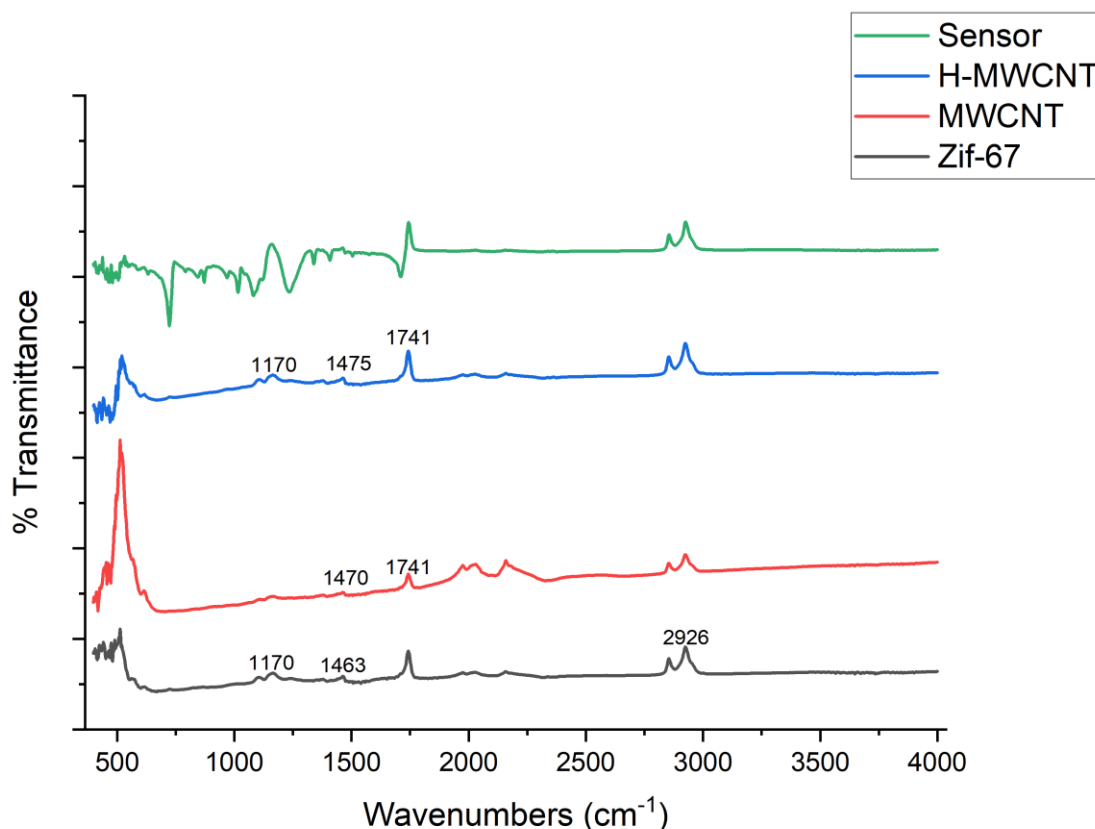


Figure 5 FI-TR Spectra of the sensor ink materials

3.1. Electrochemical Results

The sensor electrochemical tests are conducted in multiple aspects such as optimizations for pH, scan rate, antibody concentration, and incubation duration. But to test the sensor capabilities properly, firstly the correct pH environment and sensor response for the aimed analyte need to be determined. The cyclic voltammetry (CV) method was applied with the voltage range of $-1.0 - +1.0\text{ V}$ and with the scan rate of 50 mV/s . In Figure 6(a), the compatible pH value is tested, since the largest current peak is to be observed in pH 7 then double-checked to avoid any errors, decisively the suitable working environment is designated. After the suitable pH value is determined, in Figure 6(b), the analyte response of the sensor is investigated also with the CV method, the experiment was conducted with the same settings mentioned before and the readings with no analyte addition (blank) and analyte added (10^7 CFU/mL) tests led to the result of the addition of the pathogen causes significant rise in current peak consequently that proves the sensor works as designed.

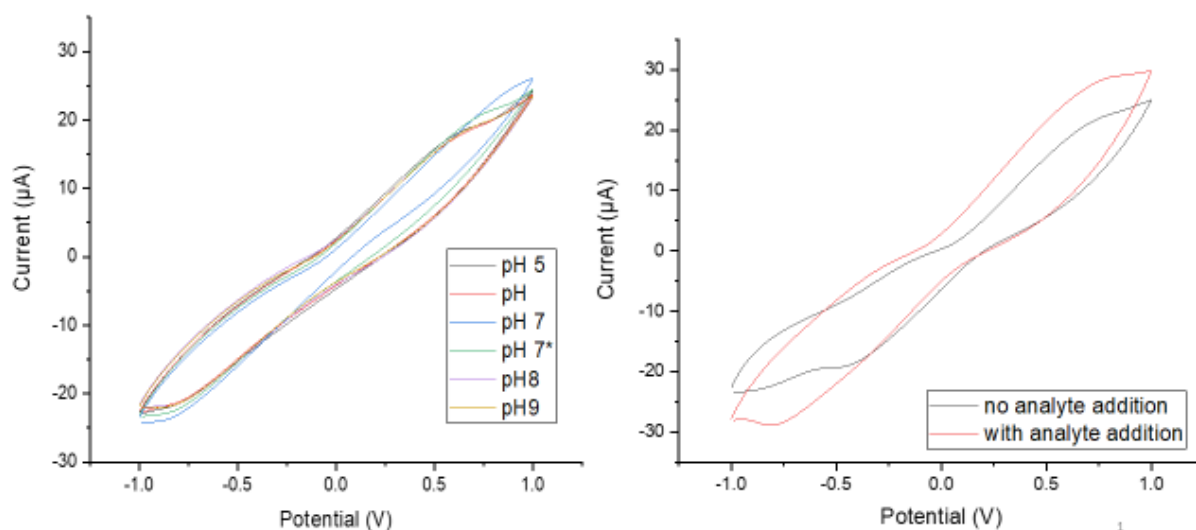


Figure 6. (a) pH optimization of the sensor, (b) Sensor response to *Escherichia coli* analyte (10⁷ CFU/mL)

4. CONCLUSIONS

The clear outcomes of the detection of *Escherichia coli* pathogen in a rapid, sensitive, and low-cost strategy are obvious not only in the aspect of public health but also in the economic consequences. In the course of developing a biosensor for *Escherichia coli* in this study, a novel promising method is being developed and the preliminary results prove the significance of this work. The successful production of the flexible ZIF-67/hMWCNT hybrid sensor, which is verified by characterization data, is achieved and experimental results back up the sensor capabilities of detecting *Escherichia coli* pathogen.

REFERENCES

- [1] Collins J., Tack D., Pindyck T., Griffin P. (2023). *Escherichia coli*, Diarrheagenic CDC Yellow Book 2024.
<https://wwwnc.cdc.gov/travel/yellowbook/2024/infections-diseases/escherichia-coli-diarrheagenic#:~:text=The%202010%20World%20Health%20Organization,certain%20types%20of%20diarrheagenic%20E.> (Access date: 04.12.2023)
- [2] Varshney M., Li Y., Srinivasan B, Tung S. A label-free, microfluidics and interdigitated array microelectrode-based impedance biosensor in combination with nanoparticles immune separation for detection of *Escherichia coli* O157:H7 in food samples, *Sensors and Actuators B* 128, 2007.
- [3] Deisingh A.K. and Thompson M. Strategies for the detection of *Escherichia coli* O157:H7 in foods, *Journal of Applied Microbiology* 96, 2004.
- [4] Hassan A-R. H. A-A., Escosura-Muniz A., Merkoçi A. Highly sensitive and rapid determination of *Escherichia coli* O157:H7 in minced beef and water using electrocatalytic gold nanoparticle tags, *Biosensors and Bioelectronics*, 2014.
- [5] Santos B., Agusil J.P., Prieto-Simon B., Sporer C., Teixeira V., Samitier J. Highly sensitive detection of pathogen *Escherichia coli* O157:H7 by electrochemical impedance spectroscopy, *Biosensors and Bioelectronics* 45, 2013.
- [6] Wibowo K. M., Muslihati A, Sahdan M. Z., N. M. Rosni, Basri H., Fudholi A. A novel, portable *Escherichia coli* bacteria sensor using graphene as sensing material, *Materials Chemistry and Physics*, 17.07.2020.
- [7] Song C., Li J., Liu J., Liu Q. Simple sensitive rapid detection of *Escherichia coli* O157:H7 in food samples by label-free immunofluorescence strip sensor, *Talanta* 156-157, 2016.
- [8] Su-Hua Huang. Detection of *Escherichia coli* using CMOS array photo sensor-based enzyme biochip detection system, *Sensors and Actuators B: Chemical* 133, 2008.
- [9] Xie H., Zhang B., Hu C., Xiao N., Liu D. Boosting Li-CO₂ battery performances by creating holey structure on CNT cathodes, *Electrochimica Acta* 417, 2022.
- [10] Sarıkaya S., Ipekci H. H., Kotan H., Uzunoglu A. Inkjet printing of highly dispersed, shortened, and defect-rich MWCNTs to construct flexible electrochemical sensors for the detection of bisphenol A in milk samples, *Carbon Volume* 214, 10.2023.

- [11] Yi C. Qi S., Zhang D., Yang M. Covalent Conjugation of Multi-walled Carbon Nanotubes with Proteins, Carbon Nanotubes. Methods in Molecular Biology vol 625, 2010.
- [12] Xhao X., Liu R., Chi Z., Teng Y., Qin P. New Insights into the Behavior of Bovine Serum Albumin Adsorbed onto Carbon Nanotubes: Comprehensive Spectroscopic Studies, J. Phys. Chem. B 114, 2010.
- [13] Ngo H. T., Nguyen V. T., Manh T. D., T. T. T. Toan, N. T. M. Triet, Binh N.T., Hoan N. T. V., Thien T. V., Khieu D. Q. Voltammetric Determination of Rhodamine B Using a ZIF-67/Reduced Graphene Oxide Modified Electrode, Journal of Nanomaterials Volume 2020.

ÇİMENTOLU HARÇLARDA OLİVİN ATIĞI KULLANILMASININ FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ¹

İnşaat Mühendisi, Elif ZENGİN

Düzce Üniversitesi, elif.zengin@duzce.edu.tr – 0009-0000-1537-4900

Prof. Dr. Serkan SUBAŞI

Düzce Üniversitesi, serkansubasi@duzce.edu.tr - 0000-0001-7826-1348

Doç.Dr. Ahmet DEMİR

Düzce Üniversitesi, ahmetdemir@duzce.edu.tr- 0000-0002-8702-1941

ÖZET

Bu çalışmada; olivin atığının farklı oranlarda kullanımı ile çimento harçlarının mekanik ve fiziksel özelliklerindeki değişimin incelenmesi amaçlanmıştır. Öncelikle; agregalar olarak silis kumu, CEM I 52,5 R beyaz portland çimentosu içeren referans numunesi üretilmiştir. Sonrasında ise silis kumu ile ikameli olarak %25, %50 ve %100 oranlarında olivin atığı içeren karışımlar üretilmiştir. Bu numuneler, 40*40*160 mm ölçülerinde prizma şeklinde kalıplara dökülmüştür. Üretilen harç karışımlarında sabit kıvam sağlamak için yayılma tablası deneyine tabi tutularak karışım suyu oranları belirlenmiştir. Kalıplara dökülen harç örnekleri 24 saat süreyle priz alması için bekletilmiştir. Harçlar prizini aldıktan sonra kalıplardan çıkarılarak, kür havuzuna konulmuş ve 7,14 ve 28 gün süre ile suda kürlenmiştir. 7., 14. ve 28. günlerde kürden alınan numuneler üzerinde yoğunluk, boşluk oranı tayini ve ultrases geçiş hızı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca numuneler üzerinde eğilme dayanımı ve basınç dayanımı deneyleri yapılmıştır. Farklı oranlarda olivin ikame edilen numuneler ile referans numune sonuçları istatistiksel yöntemler kullanılarak karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak; olivin ikamesinin çimento harçlarının mekanik ve fiziksel özelliklerini önemli miktarda etkilediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Olivin Atığı, çimento harcı, basınç dayanımı, fiziksel özellik

1. GİRİŞ

Harçların fiziksel ve mekanik performans özellikleri, harcın bileşimine katılacak olan farklı özellikteki agregalarla değişim gösterebilmektedir. Son yıllarda bununla ilgili araştırmalara göre agregaların dokusunun, şeklinin ve boyutunun taze ve sertleşmiş harçların, işlenebilirliğini, mekanik özelliklerini ve dayanıklılığını etkilediği tespit edilmiştir [1]. Beton ve harç bileşiminde temel malzeme olan agregaların doğal kaynaklardan elde ediliyor olması zamanla

¹ Bu çalışma 2022.06.08.1334 numaralı Düzce Üniversitesi BAP projesi tarafından desteklenmiştir.

kaynak sıkıntısını ortaya çıkarmış ve agrega olarak yapay agregaların yani atık malzemelerin kullanımıyla ilgili çalışma alanlarını artırmıştır. Bu nedenden ötürü endüstri tesislerinin yan ürünleri ya da atık ürünleri, beton harçları üretiminde kullanılmaya başlanmıştır.

Endüstri tesislerinde çeşitli alanlarda kullanılan olivin minerali, $(Mg, Fe)_2SiO_4$ şeklinde gösterilir ve plütonik bir ultramafik magmatik kayaç olan dünitin önemli bir bileşenidir. Özgül ağırlığı 3,27 ve 4,37 g/cm³ arasında değişim gösterebilmektedir[2] [3]. Olivinler, içerdiği Mg ve Fe miktarına bağlı olarak; Forsterit (Mg_2SiO_4) ve Fayalit (Fe_2SiO_4) olarak adlandırılırlar [4]. Sanayide Mg oranı yüksek olan Forsterit cinsi kullanılmaktadır [5]. Sanayide kullanılan olivinin MgO miktarının %42'nin üzerinde, toplam demir oksit miktarının %7-8'in üzerinde olmaması tercih edilmektedir [6].

Son yıllarda kullanım alanı açısından oldukça yaygınlaşmaya başlayan olivin; demir çelik sanayinin yanı sıra, refrakter malzeme üretiminde, döküm sanayinde, endüstriyel atıkların bertaraf edilmesinde, aşındırıcı malzeme olarak, yüksek ısı depolama özelliği sayesinde elektrikli ısıtıcı olarak, tarım alanında magnezyum ve demir dengesini sağlamak amacıyla, özel boya üretimlerinde, kot kumaşı ağartılması amacıyla, ısı ve ses yalıtımını sağlamak amacıyla kaya yünü olarak, kum ve çakıl yerine kullanıldığında atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarının azaltılmasına katkıda bulunması ve CO₂ salınımının azaltılması amacıyla birçok alanda kullanılmaktadır [5] [6] [7]. Olivinin son zamanlarda sıklıkla tercih edilmesindeki temel amaçlardan biri de silis kumu ve kuvars kumu gibi malzemelerin sağlığa zararlı olması nedeniyle yerine olivinin kullanılmasıdır. Diğer taraftan olivinden nanosilika eldesi, gama radyasyon zırhlamada kullanımı, zemin stabilizasyonu gibi farklı amaçlarla olivin kullanımına yönelik çalışmalar literatürde bulunmaktadır [8]–[17].

90'lı yıllara kadar ülkemizde olivin ile ilgili net bir veri bulunmamaktadır fakat sonraki yıllarda olivinin kullanım alanı ülkemizde de yaygınlaşmaya başlamıştır. Ülkemizde olivin yatakları bulunması, bunların açık işletmeye elverişli olması, olivinin çok fazla kullanım alanı olması ve maliyet anlamında da alternatif minerallere göre uygun olması nedeniyle önümüzdeki zaman dilimlerinde daha çok tercih edilmesi beklenmektedir.

Ülkemizde olivin potansiyeli ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda, farklı bölgelerde yer alan olivin içeren dünit rezervlerine rastlanmış ve bunların ilerleyen zamanlarda ülkemizin olivin ihtiyacına fazlasıyla karşılık geleceği sonucuna varılmıştır [18]. Ülkemizdeki önemli olivin yatakları; Antalya-Akseki, Bursa-Orhaneli, Konya-Derebucak, Elazığ-Guleman-Kef, Adana-Kızılyüksek-Karsantı'da yer almaktadır[19][20].

Olivin minerali demir çelik endüstrisinde çelik üretiminde, yüksek fırınlarda eritici ve cüruf düzenleyici olarak fırınlarda demir cevheri ve kok kömürü ile yakılır. Burada olivin, hammaddenin tam olarak erimeden ve cürufa karışmadan işlenmesine yardımcı olur. Bu işlemde aynı zamanda olivin kok tüketimini azaltarak enerji tüketimine olumlu katkıda bulunur [5].

Yüksek MgO/SiO_2 oranına sahip olan olivin demir çelik üretiminde, fırına 10 mm'den 40mm'ye kadar parçalar halinde ve 3 ile 6 mm'lik sinterlenmiş formda eklenebilir ya da düşük silika içerikli demir tozu ile harmanlanıp fırına peletlenebilir. Olivin; kimyasal bileşimi yönünden saf olması, fiksasyon derecesine bağlı olarak MgO içeriğinin yüksek olması, ortamda belli derecede bazikliğe sahip olması ve cürufun akışkanlığını arttırması nedeniyle tercih edilmektedir. Ayrıca olivin, stabil alkali magnezyum silikat üreterek fırındaki alkali dolaşımını azaltmaktadır[21].

%5, %10, %20 ve %40 oranlarında çimento ile hacimce ikame edilen olivin atıkları ile üretilen C30 dayanımındaki beton numuneleri ile yapılan bir tez çalışmada, üretilen numuneler üzerinde çeşitli deneyler yapılmıştır. Basınç dayanım deneyi sonucunda belirli oranlarda düşüşler tespit edilmiş fakat %5, %10 ve %20 oranlarındaki olivin atıklı numunelerin sonuçlarının C30' un üzerinde olduğu görülmüştür. Yapılan ultrases geçiş hızı deneyinde ise değerlerde azalma görülse de sonuçların 3,5- 4,5 km/s aralığında olduğu yani iyi kalitede oldukları belirtilmiştir [22].

Altuncu ve ark. (2023) yaptıkları bir çalışmada, ürettikleri beton karışımına $2,61 \text{ g/cm}^3$ özgül ağırlığındaki olivin agregasını eklemişler ve numunelerin yüksek sıcaklık altındaki mekanik davranışlarını izlemişlerdir. Kum ile üretilen referans numunesini olivin agregalı numunelerle kıyaslamışlardır. İlk olarak kullanılan harçlarda dozajın artmasıyla beraber eğilme ve basınç dayanımlarının arttığını tespit etmişlerdir. Çeşitli sıcaklıklarda yapılan deneyler sonucunda ise 1 saat boyunca 600°C sıcaklığa maruz kalan harçlarda yüksek dozajlı olivin agregasının kullanılmasının uygun olduğu belirtilmiştir [23].

Westgate ve ark. (2019) yaptıkları bir çalışmada, olivinin kireç harçlarında agrega olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Karışımlarda yüksek magnezyum içeren forsteritik olivinin, ince ve kalın türü kullanılmıştır. İnce olivin kumlu harçların toplam karbonat içeriğinin, tamamen silis kumuyla üretilen referans numunesinden fazla olduğu görülmüştür. Olivin kumunun, magnezyum karbonatların oluşumunu hızlandırmak için kireç harcı karışımında ayrışarak CO_2 emilimini artırdığı tespit edilmiştir. Olivin agregaları ile üretildiğinde artış gösteren karbonat oluşumu, kuvars agregasıyla hazırlanan geleneksel harca göre 2,5 MPa daha büyük basınç dayanımıyla sonuçlanmıştır[24].

Olivin atığının çimento harçlarında agrega olarak kullanımına yönelik çalışmaların literatürde oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Gerçekleştirilen bu çalışma ile endüstriyel üretim sürecinde atık ve/veya yan ürün olarak ortaya çıkan olivinin çimento harçlarının mekanik ve fiziksel özelliklerini iyileştirilmesinde kullanılabileceği düşünülmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Yapılan çalışmada; bağlayıcı olarak Çimsa Mersin Çimento fabrikası tarafından üretilen CEM I 52,5 R tipi beyaz portland çimentosu kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan beyaz çimentoya ait kimyasal, mekanik ve fiziksel özellikler Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1.Çimentonun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.

Bileşenler		%	Fiziksel Özellikler				%	Metod
SiO ₂		20,52	Priz Süresi - Dakika		Başlangıç	110	EN 196-3	
Al ₂ O ₃		4,01			Bitiş	145		
Fe ₂ O ₃		0,26			% Su içeriği	30,0		
CaO		67,53	Soundness (sağlamlık) (mm) (Le Chatelier)				1,0	
MgO		1,20						
SO ₃		3,44	İncelik Testi	Özgül Ağırlık		3,04	EN 196-6	
Na ₂ O		0,13		Özgül Yüzey Alanı (Blaine) (cm ² /g)		4520		
K ₂ O		0,50		45 mikron elekteki kalıntı (%)		1,9		
Na2O Eşdeğeri		0,46						
Kızdırma Kaybı		3,10	Beyazlık Derecesi	Y		86,4	CIE system	
Çözünmeyen Kalıntı		0,32		L		92,96		
Klorür(Cl ⁻)		0,0182		a		-1,03		
Çözünür Krom		0,70		b		2,75		
Klinker Mineralojik Bileşimi	C ₃ S	> 60	Basınç Dayanımları (MPa)	Metod	2 günlük	3 günlük	7 günlük	28 günlük
	C ₂ S	< 25		EN 196-1	41,2	45,4	52,3	61,1
	C ₃ A	> 10						
	C ₄ AF	< 1						

Harç numunelerinin üretiminde agregat olarak, Elâzığ ETİ Ferrookrom Üretim Tesisi atık sahasından temin edilen olivin atığı kullanılmıştır. 425µ elekten elenerek, eleğin altında kalan kısmı karışımlara ilave edilen olivin atığı ve kullanılan silis kumu Görsel 2.1’de görülmektedir. Olivin atığına ait tane dağılımı ile fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 2.2’de verilmiştir.



Görsel 2.1. Deneylerde kullanılan olivin atığı ve silis kumu

Çizelge 2.2. Olivin atığının tane boyut analizi ile fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Kimyasal Bileşim	% Ağırlık	Elek Boyutu	Elekten geçen (%)
Gevşek BHA	1.73	-850,+600 μ m	0.30
Sıkışık BHA	1.868	-600,+425 μ m	1.51
Özgöl ağırlık	3.24	-425,+300 μ m	60.83
Nem Oranı (%)	%0.16	-300,+212 μ m	455.99
Cr ₂ O ₃	0.9	-212, +150 μ m	278.57
Al ₂ O ₃	1.4	-150,+106 μ m	119.43
Fe	4.21	-106,+75 μ m	65.59
Fe ₂ O ₃	6.06	-75, +53 μ m	14.72
CaO	1.34	-53, +38 μ m	2.57
MgO	49.88	-38 μ m	0.57
NiO	0.75		
SiO ₂	37.97		
TiO ₂	0.05		
Cr/Fe	0.15		

%25 ve %50 olivin atığı içeren numunelerde ikame agrega olarak, Çelikleş A.Ş. firmasından temin edilen AFS 30-35 tane dağılımına sahip %98 saflıkta ve 2,65 özgül ağırlığına sahip olan silis kumu kullanılmıştır. Kullanılan silis kumuna ait tane dağılım oranları Çizelge 2.3'te verilmiştir.

Çizelge 2.3.Silis kumuna ait tane dağılımları.

Elek Boyutu	Kabul	Analiz
(Mikron)	Aralığı %	Sonucu%
+1000	0-7	4.0
710-1000	2-12	10,3
500-710	20-40	29.7
355-500	15-45	33.4
250-355	2-25	16.3
180-250	1-10	4.9
125-180	0-2	1.2
90-125	0-1	0.2
0-90	0	0.0
AFS	30-35	32,4 AFS
KİL	Max:0.25	0.20

Karışım suyu olarak Düzce Üniversitesi kuyu sistemlerinden elde edilen ve içilebilir nitelikte, berrak olan çeşme suyu kullanılmıştır. Kullanılan suya ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 2.4. Karışım suyunun kimyasal analiz sonuçları.

Analiz	Birim	Yöntem	Mevzuat Limiti	Analiz Sonucu
pH		pH metre	6,5-9,5	7,7
Bulanıklık(Fiziksel)		Fiziksel	TKEDY	UYGUN
Amonyum	mg/L	Fotometrik (Hazır Kit)	0,5	<0,5
İletkenlik	25 °C de μ S/cm	Konduktiv	2500	233
Koku(Fiziksel)		Fiziksel	TKEDY	UYGUN
Renk(Fiziksel)		Fiziksel	TKEDY	UYGUN

Hazırlanan karışımlarda işlenebilirliğin sağlanması ve kolaylaştırılması amacıyla birçok ince partikül içeren polikarboksilat esaslı süperakışkanlaştırıcı (SP) kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan süperakışkanlaştırıcıya ait fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 2.5'te verilmiştir.

Çizelge 2.5. Süperakışkanlaştırıcının (SP) fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Özellik	Miktar
Tip	Polikarboksilat
Görünüm (Renk)	Açık Kahve
Klorür İçeriği	≤ %1
pH Değeri	3-7
Yoğunluk	1,06-1,1 g/cm ³

2.2. Yöntem

Bu çalışmada; %25, %50 ve %100 olivin atığı içeren karışım içeriği hazırlanmıştır. %25 ve % 50 olarak hazırlanan numunelerde referans numune içeriğindeki silis kumu ile ikame edilen %25, %50 ve %100 olivin katkılı harçlar üretilmiştir. Numuneler 40*40*160 mm ölçülerinde prizma kalıplara dökülmüş ve 7,14 ve 28 günlük süreler ile kür havuzunda bekletilmiştir. 7., 14. ve 28. günlerde kürden alınarak tartımları yapılmış ve 105 °C etüvde 24 saat süre ile bekletilmiştir.

Karışımın su/çimento oranı; referans numune, %25 ve %50 olivin içeren numunelerde 0,4 oranında iken %100 olivin içeren numunede 0,43 olarak değişkenlik göstermiştir.

Beton yoğunluğu ve görünür boşluk oranı deneyleri kür edilen prizma numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Beton yoğunluğunun tayini TS 12390-7 “Sertleşmiş Betonun Yoğunluğunun Tayini” standardına uygun olarak, Görünür boşluk oranı tayini ise TS EN 12390-7 “Sertleşmiş betonun birim hacim kütlelerinin tayini” standardına uygun olarak yapılmıştır.

Basınç ve eğilme dayanımı deneyleri, hazırlanan 40x40x160 mm ebadındaki numuneler üzerinde TS EN 196-1 " Çimento deney metotları - Bölüm 1: Dayanım tayini " standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Deneyde 300 kN yükleme kapasiteli, dijital kumanda üniteli ve yükleme hızı ayarlanabilen tek eksenli çimento test presini kullanılmıştır

Ultrases geçiş hızı (UPV) ölçümü; numunelerin kalıpla temas eden yüzeylerine dik doğrultuda yapılmıştır. Numune, verici ve alıcı uçların arasına yerleştirilmiş ve örnek boyunca ultrases geçiş süresi mikro saniye cinsinden ölçülmüştür. Deney ASTM C597-83 “Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete”, standardında belirtilen esaslara uygun olarak yapılmıştır.

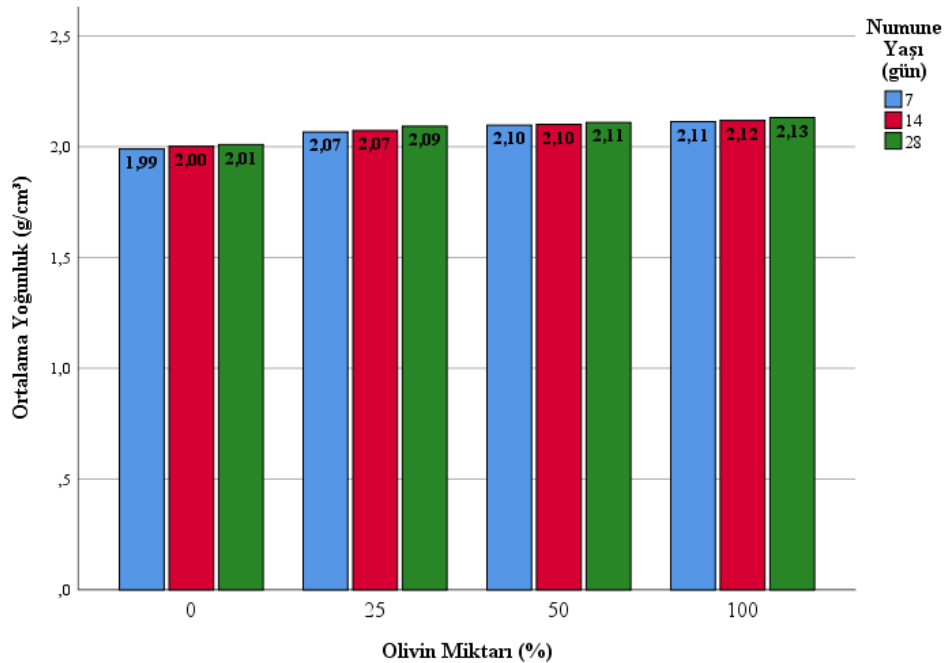
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Yoğunluk

Farklı oranlarda olivin ikameli çimento harçları üzerinde 7., 14. ve 28. günlerde gerçekleştirilen yoğunluk deney sonuçlarına ait açıklayıcı istatistikler Çizelge 3.1’de verilmiştir. Ayrıca ortalama yoğunluk değerlerine ait bar grafik ise Görsel 3.1’de görülmektedir.

Çizelge 3.1. Yoğunluk değerlerine ait açıklayıcı istatistikler

Olivin Miktarı (%)	Numune Yaşı (Gün)	N	Ortalama Yoğunluk (g/cm ³)	Std. Sapma	Std. Hata	%95 Güven aralığında ortalamanın		Minimum	Maksimum
						Alt sınırı	Üst Sınırı		
0	7	3	1,9893	0,00473	0,00273	1,9776	2,0011	1,98	1,99
25	7	3	2,0667	0,00208	0,00120	2,0615	2,0718	2,07	2,07
50	7	3	2,0970	0,00200	0,00115	2,0920	2,1020	2,10	2,10
100	7	3	2,1133	0,00153	0,00088	2,1095	2,1171	2,11	2,12
0	14	3	2,0020	0,00361	0,00208	1,9930	2,0110	2,00	2,01
25	14	3	2,0730	0,00265	0,00153	2,0664	2,0796	2,07	2,08
50	14	3	2,1010	0,00100	0,00058	2,0985	2,1035	2,10	2,10
100	14	3	2,1187	0,00153	0,00088	2,1149	2,1225	2,12	2,12
0	28	3	2,0093	0,00153	0,00088	2,0055	2,0131	2,01	2,01
25	28	3	2,0923	0,00058	0,00033	2,0909	2,0938	2,09	2,09
50	28	3	2,1090	0,00300	0,00173	2,1015	2,1165	2,11	2,11
100	28	3	2,1313	0,01531	0,00884	2,0933	2,1694	2,12	2,15



Görsel 3.1. Ortalama yoğunluk değerlerine ait bar grafik

Yoğunluk değerlerinin zamana ve olivin ikame miktarına bağlı olarak artış gösterdiği görülmektedir. Gerçekleştirilen varyans analizi sonuçlarına göre ise numune yaşına ve olivin ikame miktarına göre gruplar arasında anlamlı farklılığın olduğu görülmüştür. %100 silis

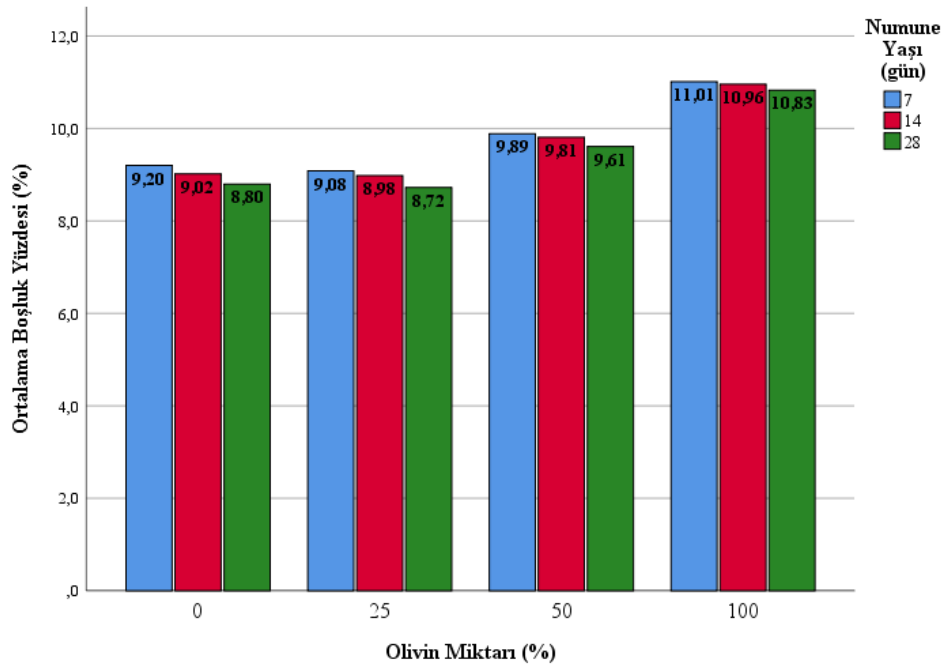
kumundan oluşan referans numunenin yoğunluk değerlerinin en düşük, %100 olivin ile üretilen numunelerin ise en yüksek yoğunluk değerlerine sahip olduğu görülmüştür. 28 günlük yoğunluk değerleri baz alındığında %25, 50 ve 100 oranında olivin ikame miktarında referans numuneye göre sırasıyla %4, 5 ve 6 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir. Olivinin özgül ağırlığının silis kumuna göre fazla olması nedeniyle ikame oranı arttıkça yoğunluk değerlerinde de bir artış gözlenmiştir. Ayrıca çimento hidratasyonuna bağlı olarak 7, 14 ve 28 günlerdeki yoğunluk değerlerinde %1 oranında bir artışın meydana geldiği görülmektedir.

3.2. Boşluk Yüzdesi

Olivin ikameli çimento harçları üzerinde 7., 14. ve 28. günlerde gerçekleştirilen boşluk yüzdesi deney sonuçlarına ait açıklayıcı istatistikler Çizelge 3.2’de verilmiştir. Ayrıca ortalama boşluk yüzdesi değerlerine ait grafik ise Görsel 3.2’de görülmektedir.

Çizelge 3.2. Boşluk yüzdesi değerlerine ait açıklayıcı istatistikler

Olivin Miktarı (%)	Numune Yaşı (Gün)	N	Ortalama Boşluk Yüzdesi (%)	Std. Sapma	Std. Hata	%95 Güven aralığında ortalamanın		Minimum	Maksimum
						Alt sınırı	Üst Sınırı		
0	7	3	9,2000	0,04583	0,02646	9,0862	9,3138	9,15	9,24
25	7	3	9,0833	0,02309	0,01333	9,0260	9,1407	9,07	9,11
50	7	3	9,8867	0,01155	0,00667	9,8580	9,9154	9,88	9,90
100	7	3	11,0133	0,02082	0,01202	10,9616	11,0650	10,99	11,03
0	14	3	9,0167	0,08386	0,04842	8,8083	9,2250	8,92	9,07
25	14	3	8,9800	0,06245	0,03606	8,8249	9,1351	8,93	9,05
50	14	3	9,8100	0,03606	0,02082	9,7204	9,8996	9,77	9,84
100	14	3	10,9567	0,03512	0,02028	10,8694	11,0439	10,92	10,99
0	28	3	8,7967	0,17214	0,09939	8,3690	9,2243	8,60	8,92
25	28	3	8,7233	0,05686	0,03283	8,5821	8,8646	8,66	8,77
50	28	3	9,6100	0,11533	0,06658	9,3235	9,8965	9,50	9,73
100	28	3	10,8267	0,05774	0,03333	10,6832	10,9701	10,76	10,86



Görsel 3.2. Ortalama boşluk yüzdesi değerlerine ait bar grafik

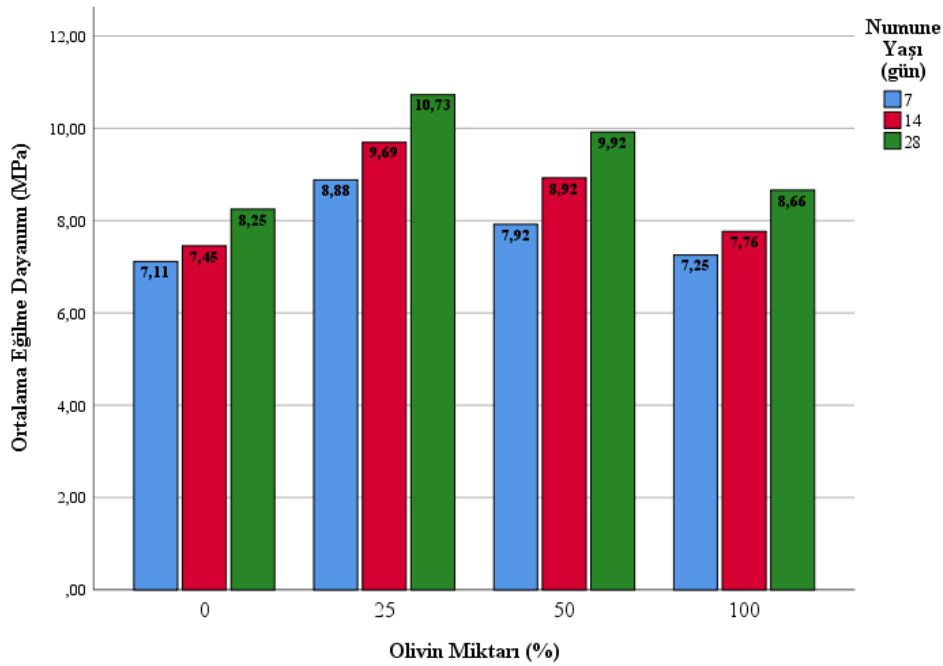
Gerçekleştirilen varyans analizi sonuçlarına göre boşluk yüzdesi değerlerinin olivine ikame miktarına ve numune yaşına bağlı olarak anlamlı değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Referans ve tüm olivine ikameli numunelerde boşluk yüzdesi değerlerinin çimento hidratasyon ürünlerinin gelişimi ile doğru orantılı olarak numune yaşı ilerledikçe azaldığı görülmektedir. 7. günde örneklerin boşluk yüzdesi değerleri %2-5 oranı arasında 28. günde azalmaktadır. 28. günde numunelerin sonuçları baz alındığında; olivin ikame miktarı arttıkça boşluk yüzdesi değerlerinin referans numuneye göre %25 ikameli numunelerde %1 oranında azaldığı, %50 ve %100 oranında olivine ikameli numunelerde ise sırasıyla %9 ve %23 oranında artış gösterdiği görülmektedir. 425 mikron altı tane boyutuna sahip olan silis kumuna göre daha ince olan olivin agregasının ikame miktarı arttıkça karışım suyu ihtiyacında artış meydana gelmiştir. Buna bağlı olarak %50 ve 100 oranında olivine ikameli harçlarda boşluk yüzdesi değerlerinde belirgin bir artışın meydana geldiği düşünülmektedir.

3.3. Eğilme Dayanımı

Yoğunluk ve boşluk yüzdesi değerleri belirlenen prizma örnekler üzerinde 7., 14. ve 28. günlerde gerçekleştirilen üç nokta eğilme dayanımı deney sonuçlarına ait açıklayıcı istatistikler Çizelge 3.3'te verilmiştir. Ayrıca ortalama eğilme dayanımı değerlerine ait bar grafik ise Görsel 3.3'te görülmektedir.

Çizelge 3.3. Eğilme dayanımı değerlerine ait açıklayıcı istatistikler

Olivin Miktarı (%)	Numune Yaşı (Gün)	N	Ortalama Eğilme Dayanımı (MPa)	Std. Sapma	Std. Hata	%95 Güven aralığında ortalamanın		Minimum	Maksimum
						Alt sınırı	Üst Sınırı		
0	7	3	7,1123	0,39249	0,22660	6,1373	8,0873	6,67	7,40
25	7	3	8,8800	0,48376	0,27930	7,6783	10,0817	8,34	9,27
50	7	3	7,9183	0,35401	0,20439	7,0389	8,7978	7,66	8,32
100	7	3	7,2530	0,36077	0,20829	6,3568	8,1492	6,84	7,53
0	14	3	7,4513	0,03951	0,02281	7,3532	7,5495	7,42	7,49
25	14	3	9,6937	0,38704	0,22346	8,7322	10,6551	9,35	10,11
50	14	3	8,9243	0,09383	0,05417	8,6912	9,1574	8,82	8,98
100	14	3	7,7643	0,08201	0,04735	7,5606	7,9681	7,72	7,86
0	28	3	8,2477	0,50815	0,29338	6,9853	9,5100	7,94	8,83
25	28	3	10,7260	0,80031	0,46206	8,7379	12,7141	10,25	11,65
50	28	3	9,9197	0,13896	0,08023	9,5745	10,2649	9,83	10,08
100	28	3	8,6587	0,11316	0,06533	8,3776	8,9398	8,56	8,78



Görsel 3.3. Ortalama eğilme dayanımı değerlerine ait bar grafik

Eğilme dayanımı değerlerinde istatistiki anlamda önemli farkların olduğu gerçekleştirilen varyans analizi ile tespit edilmiştir. Numune yaşına ve olivine ikame miktarına bağlı olarak önemli değişimlerin olduğu görülmektedir. Tüm olivine ikame oranlarında (%0, 25, 50, 100) numune yaşı arttıkça eğilme dayanımı değerlerinin sırasıyla %13, 20, 25, 19 oranında arttığı, 28 günlük değerler baz alındığında referans numuneye göre eğilme dayanımı değerlerinin sırasıyla %30, 20 ve 5 oranlarında artış gösterdiği, en büyük eğilme dayanımının %25 olivin

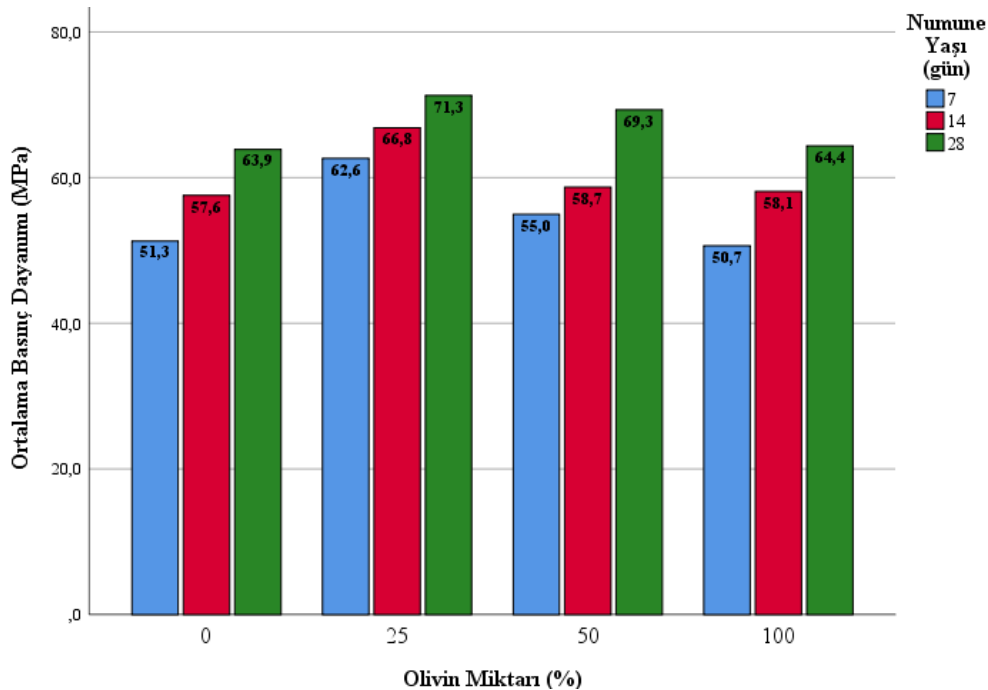
ikameli harç örneklerinde meydana geldiği, en küçük eğilme dayanımın ise referans numunede olduğu, olivine ikamesi ile üretilen örneklerin eğilme dayanımlarının referans numuneden fazla olduğu görülmektedir.

3.4. Basınç Dayanımı

Farklı oranlarda olivin ikameli çimento harçları üzerinde 7., 14. ve 28. günlerde gerçekleştirilen basınç dayanımı deney sonuçlarına ait açıklayıcı istatistikler Çizelge 3.4'te verilmiştir. Ayrıca ortalama basınç dayanımı değerlerine ait bar grafik ise Görsel 3.4'te görülmektedir.

Çizelge 3.4. Basınç dayanımı değerlerine ait açıklayıcı istatistikler

Olivin Miktarı (%)	Numune Yaşı (Gün)	N	Ortalama Basınç Dayanımı (MPa)	Std. Sapma	Std. Hata	%95 Güven aralığında ortalamanın		Minimum	Maksimum
						Alt sınırı	Üst Sınırı		
0	7	3	51,2800	1,26147	0,72831	48,1463	54,4137	50,37	52,72
25	7	3	62,6367	1,71165	0,98822	58,3847	66,8886	60,97	64,39
50	7	3	54,9667	2,94812	1,70210	47,6431	62,2902	52,10	57,99
100	7	3	50,6500	2,08502	1,20379	45,4705	55,8295	48,57	52,74
0	14	3	57,5533	0,77951	0,45005	55,6169	59,4897	56,73	58,28
25	14	3	66,8333	2,54205	1,46765	60,5185	73,1481	64,79	69,68
50	14	3	58,6967	1,15470	0,66667	55,8282	61,5651	58,03	60,03
100	14	3	58,1100	3,00486	1,73486	50,6455	65,5745	55,49	61,39
0	28	3	63,8633	1,85257	1,06958	59,2613	68,4654	62,60	65,99
25	28	3	71,2800	1,10991	0,64081	68,5228	74,0372	70,33	72,50
50	28	3	69,3100	1,04971	0,60605	66,7024	71,9176	68,48	70,49
100	28	3	64,3667	2,13132	1,23052	59,0722	69,6612	61,98	66,08



Görsel 3.4. Ortalama basınç dayanımı değerlerine ait bar grafik

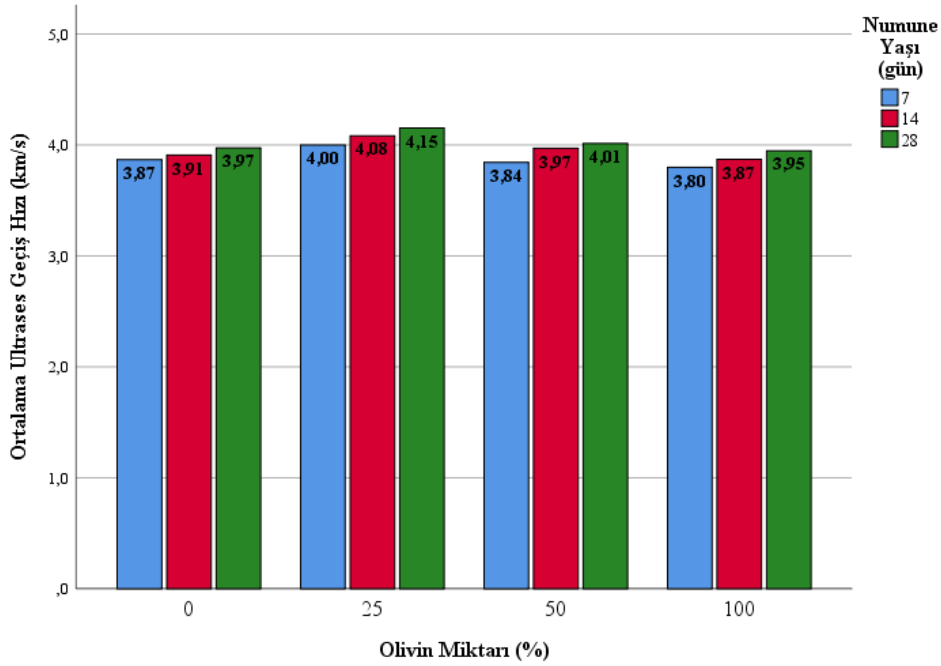
Gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda basınç dayanımı değerlerinde numune yaşı ve olivin ikame miktarına göre istatistiki olarak önemli değişimlerin meydana geldiği tespit edilmiştir. Tüm olivin ikame oranlarında numune yaşındaki artış ile doğru orantılı olarak basınç dayanımı değerlerinin arttığı, en büyük basınç dayanımının %25 olivin ikameli harçlarda, en küçük basınç dayanımının ise referans numunede meydana geldiği görülmektedir. Basınç dayanımı değerlerinin eğilme dayanımı değerleri ile doğru orantılı olduğu, 28 günlük dayanım değerleri baz alındığında referans numuneye göre basınç dayanımı değerlerinin olivin ikame miktarına (%25, 50, 100) bağlı olarak sırasıyla %12, 4 ve 1 oranlarında arttığı görülmüştür. Westgate ve ark. (2019) kireç harçlarında olivinin agrega olarak kullanılabilirliği ile ilgili yaptıkları çalışmada geleneksel harca göre 2,5 MPa dayanım artışı sağladıkları rapor edilmiştir [24]. Çalışmamızda ise referans numuneye göre %25 olivin ikameli numunelerde 7,4 MPa basınç dayanımı artışı elde edilmiştir.

3.5. Ultrases Geçiş Hızı

Dayanım testleri yapılan örnekler üzerinde yapılan ultrases geçiş hızı deneyi sonuçlarına ait açıklayıcı istatistikler Çizelge 3.5'te verilmiştir. Ayrıca ortalama ultrases geçiş hızı değerlerine ait bar grafik ise Görsel 3.5'te görülmektedir.

Çizelge 3.1. Ultrases geçiş hızı değerlerine ait açıklayıcı istatistikler

Olivin Miktarı (%)	Numune Yaşı (Gün)	N	Ortalama Ultrases geçiş hızı (km/s)	Std. Sapma	Std. Hata	%95 Güven aralığında ortalamanın		Minimum	Maksimum
						Alt sınırı	Üst Sınırı		
0	7	3	3,8678	0,02368	0,01367	3,8090	3,9266	3,85	3,89
25	7	3	4,0000	0,04000	0,02309	3,9006	4,0994	3,96	4,04
50	7	3	3,8432	0,10498	0,06061	3,5824	4,1040	3,72	3,92
100	7	3	3,7987	0,08198	0,04733	3,5950	4,0023	3,70	3,85
0	14	3	3,9090	0,01659	0,00958	3,8678	3,9502	3,89	3,93
25	14	3	4,0820	0,00000	0,00000	4,0820	4,0820	4,08	4,08
50	14	3	3,9702	0,01295	0,00747	3,9380	4,0023	3,96	3,98
100	14	3	3,8707	0,02136	0,01233	3,8176	3,9237	3,85	3,88
0	28	3	3,9733	0,00764	0,00441	3,9544	3,9923	3,97	3,98
25	28	3	4,1527	0,02483	0,01433	4,0910	4,2143	4,12	4,17
50	28	3	4,0135	0,02871	0,01658	3,9422	4,0848	3,99	4,05
100	28	3	3,9473	0,02194	0,01267	3,8928	4,0018	3,92	3,96



Görsel 3.5. Ortalama ultrases geçiş hızı değerlerine ait bar grafik

UPV değerleri üzerinde gerçekleştirilen varyans analizine göre; diğer deney sonuçlarında olduğu gibi numune yaşı ve olivin ikame miktarına bağlı olarak önemli değişimlerin meydana geldiği, en büyük UPV değerinin %25 olivin ikameli numunelerde olduğu, en küçük UPV değerlerinin ise %100 olivin ikameli numunelerde olduğu, Referans numuneye göre %25 olivin ikameli numunelerin UPV değerlerinin %5 oranında arttığı görülmektedir. UPV değerlerinin eğilme, basınç dayanımı ve boşluk yüzdesi değerleri ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Çoban (2014)'ün yaptığı çalışmada çimento hacmine göre ikame edilen olivin harçlarında referans numuneye göre dayanım ve ultrases değerlerinde azalma tespit edilmiştir [22]. Puzolanik özelliği olmayan olivinin çimento ile ikame edilerek kullanımı sonucu olumsuz değerlerin elde edildiği görülmektedir. Ancak bizim çalışmamızda silis kumu ile ikame edilerek kullanılan olivin gerek dayanım gerekse UPV değerlerinde artış sağlamıştır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Olivin atığının farklı oranlarda kullanımı ile çimento harçlarının mekanik ve fiziksel özelliklerindeki değişimin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada silis kumu ile ikameli olarak %0, %25, %50 ve %100 oranlarında olivin atığı içeren CEM I 52,5 beyaz portland çimentosu ile harç numuneleri üretilmiştir. 7., 14. ve 28. günlerde numuneler üzerinde yoğunluk, boşluk oranı, ultrases geçiş hızı, eğilme dayanımı ve basınç dayanımı deneyleri yapılmıştır. Gerçekleştirilen deneyler sonucunda elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.

- Numuneler üzerinde ölçülen tüm mekanik ve fiziksel özelliklerin numune yaşına ve olivin ikame miktarına bağlı olarak değiştiği,
- %25 olivin ikameli çimento harç numunelerinde yoğunluk hariç en iyi değerlerin elde edildiği,

- 28 günlük değerler baz alındığında referans numuneye göre %25 olivin ikameli çimento harçlarının yoğunluk değerlerinin %4 oranında arttığı, boşluk yüzdesinin %1 oranında azaldığı, eğilme dayanımının %30 oranında arttığı, basınç dayanımının %12 oranında arttığı, ultrases geçiş hızının %5 oranında arttığı tespit edilmiştir.

Bütün deney sonuçları değerlendirildiğinde olivin agregası olarak kullanımı ile çimento harçlarının mekanik ve fiziksel özelliklerinde önemli iyileşmelerin sağlanabileceği görülmüştür. Diğer taraftan olivin kullanımının çimento harçlarının durabilite özellikleri üzerine olan etkilerinin araştırılması olivin çimentolu sistemlerle olan uyumunun belirlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] J. Krejsová, M. Doleželová, R. Pernicová, P. Svora, ve A. Vimmrová, “The influence of different aggregates on the behavior and properties of gypsum mortars”, *Cem. Concr. Compos.*, c. 92, sayı June, ss. 188–197, 2018, doi: 10.1016/j.cemconcomp.2018.06.007.
- [2] <https://mineravi.com/en-fi/collections/state-assembly>, “Erişim Tarihi:15.11.2023”.
- [3] M. Achang ve M. Radonjic, “Adding olivine microparticles to Portland cement based wellbore cement slurry as a sacrificial material: A quest for the solution in mitigating corrosion of wellbore cement”, *Cem. Concr. Compos.*, c. 121, sayı January, s. 104078, 2021, doi: 10.1016/j.cemconcomp.2021.104078.
- [4] N. Aydın, “Plazma Sprey Kaplamada Olivinin Değerlendirilmesi ve Kaplama Özelliklerinin İncelenmesi”, Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, 2008.
- [5] C. Altuğ, “Türkiye ’deki Olivin Mineralinin Fiziksel Ve Optiksel”, Yüksek lisans tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, 2019.
- [6] N. Özkarakışoğlu, “Amino modifiye silileştirilmiş olivin adsorpsiyon özelliklerinin incelenmesi”, Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, 2006.
- [7] J. P. M. Vink ve P. Knops, “Size-Fractionated Weathering of Olivine, Its CO₂-Sequestration Rate, and Ecotoxicological Risk Assessment of Nickel Release”, *Minerals*, c. 13, sayı 2, 2023, doi: 10.3390/min13020235.
- [8] Q. Bianchi ve I. K. Sobolev, “Effect of olivine nano-silica additions on cement based system”, içinde *Nanotechnology in Construction*, 2015, c. 5, sayı 2015, ss. 193–198, doi: 10.1007/978-3-319-17088-6.
- [9] M. H. Fasihnikoutalab, S. Pourakbar, R. J. Ball, ve B. K. Huat, “The Effect of Olivine Content and Curing Time on the Strength of Treated Soil in Presence of Potassium Hydroxide”, *Int. J. Geosynth. Gr. Eng.*, c. 3, sayı 2, ss. 1–10, 2017, doi: 10.1007/s40891-017-0089-3.
- [10] X. Gao, Q. L. Yu, A. Lazaro, ve H. J. H. Brouwers, “Investigation on a green olivine nano-silica source based activator in alkali activated slag-fly ash blends: Reaction kinetics, gel structure and carbon footprint”, *Cem. Concr. Res.*, c. 100, sayı May, ss. 129–139, 2017, doi: 10.1016/j.cemconres.2017.06.007.

- [11] A. Lazaro, G. Quercia Bianchi, ve H. J. H. Brouwers, “Tailoring the properties of olivine nano-silica and its application in concrete”, içinde *1st International Conference on the Chemistry of Construction Materials Parameters*, 2013, c. 46 BT-P, ss. 285–288.
- [12] H. Akyildirim, “Olivine mineral used in concrete for gamma-ray shielding”, *Arab. J. Geosci.*, c. 12, sayı 8, ss. 1–8, 2019, doi: 10.1007/s12517-019-4425-x.
- [13] O. Mardiana ve Haryadi, “Production and Application of Olivine Nano-Silica in Concrete”, içinde *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2017, c. 204, sayı 1, doi: 10.1088/1757-899X/204/1/012008.
- [14] I. Papayianni, M. Papachristoforou, V. Patsiou, ve V. Petrohilou, “Development of fire resistant shotcrete with olivine aggregates”, içinde *International IABSE Conference, Rotterdam May 6 - 8, 2013 Assessment, Upgrading and Refurbishment of Infrastructures Congress Report*, 2013, sayı May, ss. 114–115, doi: 10.2749/222137813806474435.
- [15] G. Quercia ve H. J. . BROUWERS, “Application of nano-silica (nS) in concrete mixtures”, içinde *8th fib PhD Symposium in Kgs, Lyngby, Denmark*, 2010, s. 6.
- [16] A. Lazaro, G. Quercia, H. J. H. Brouwers, ve J. W. Geus, “Synthesis of a Green Nano-Silica Material Using Beneficiated Waste Dunites and Its Application in Concrete”, *World J. Nano Sci. Eng.*, c. 03, sayı 03, ss. 41–51, 2013, doi: 10.4236/wjnse.2013.33006.
- [17] H. J. H. B. M.C. van de Griend*, A. Lazaro†, “The Effect of Hydrothermal Treatment on Olivine Nano-Silica”, içinde *Proceedings Of The International Conference Nanomaterials: Applications And Properties*, 2012, c. 1, sayı 1, ss. 11–13.
- [18] B. Turan, “Olivin Mineralinin Seramik Sırlarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması ve Uygulamaları”, Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, 2022.
- [19] Küçüköğlu Ö., “Yerli olivin cevherinden refrakter malzemeye uygun hammadde üretimi”, Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2016.
- [20] D. A. Zedef V., “Olivin: Türkiye’de Tanınmayan Çok Amaçlı Kullanımı Olan Bir Hammadde Ve Ülkemiz Olivin Potansiyeline Bir Örnek-Kızıldağ (Akseki-Antalya) Olivin Yatağı”, ss. 299–303, 2001.
- [21] <https://www.dudolpmine.com/olivine-mine-the-use-of-iron-and-steel-industry/>, Erişim Tarihi 13.10.2023.
- [22] Ö. Çoban, “Krom ve olivin atıklarının betonda kullanımının durabilite özelliklerine etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, 2014.
- [23] W. Black, and S. Engineering, “Olivin agregalı harçların yüksek sıcaklık etkisindeki mekanik davranışları,” *B. Dergisi*, vol. 5, no. 1, pp. 1–10, 2023.
- [24] P. Westgate, R. J. Ball, and K. Paine, “Olivine as a reactive aggregate in lime mortars,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 195, pp. 115–126, 2019, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.11.062.

DISTRIBUTION HIERARCHY OF LEGAL PERSON AND REAL PERSON PLOTS AT THE PARCELATION PHASE

TÜZEL KİŞİ İLE GERÇEK KİŞİ PARSELLERİNİN PARSELASYON AŞAMASINDAKİ DAĞITIM HİYERARŞİSİ

¹Selim Taşkaya

^{*1}Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin, Türkiye.

*Orcid No: <https://orcid.org/0000-0002-4290-3684>

*Yazar e-mail: selim_taskaya@artvin.edu.tr Telefon No:05398412296

Abstract

When the lands are examined, they are seen as immovable properties, the vast majority of which are registered as either citizens or institutions. Lands registered in the name of citizens are called real persons, and lands registered in the name of institutions are called legal entities. These types of land pieces must be processed in order to be in a position to obtain a construction permit. The most comprehensive zoning application process to be carried out is the land and land arrangement. In this context, the study examined how the land registered in the names of these two types of owners would be distributed, with or without shares, and according to which transaction priority they could be given from where to where. At this stage, which of the legal and real person lands will be used as shifting, and the subdivision stage that may occur in favor of the citizen or against the institution, are examined.

Keywords: Legal Entity, Real Person, Parcelation

Özet

Araziler incelendiğinde malik olarak ya vatandaş ya da kurumlar üzerine büyük çoğunluğu kayıtlı taşınmazlar olarak görülür. Vatandaş adına kayıtlı araziler gerçek kişilik, kurum adına kayıtlı araziler ise tüzel kişilik olarak adlandırılır. Bu tip arazi parçaları inşaat izni alabilecek konuma gelecek şekilde olabilmesi için işlem görmesi gerekir. Yapılacak en kapsamlı imar uygulaması işlemi ise arsa ve arazi düzenlemesidir. Bu kapsamda çalışmada, parselasyon yapılırken bu iki tip malik adına kayıtlı arazilerin dağıtımının nasıl hisseli ya da hissesiz olacağı, nereden nereye hangi işlem önceliğine göre verilebileceği bakılmıştır. Tüzel ile gerçek kişi arazilerin bu aşamada kaydırma olarak hangisinin kullanacağı, vatandaş lehine ya da kurum aleyhine oluşabilecek parselasyon aşaması incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tüzel Kişilik, Gerçek Kişilik, Parselasyon

1.Introduction

Private law legal entities in the nature of a property group; They are formed by allocating a certain asset to achieve a certain purpose. The main element in these is assets. Managers and other employees of such legal entities are not elements of this legal entity. Likewise, those who benefit from the services of this legal entity are not elements of the legal entity. Foundations can be given as an example of a private law legal entity that is a community of property. Private law legal entities, which are groups of individuals; They are legal entities formed by people coming together for a certain purpose. The essential elements of such legal entities are people. The management and decision-making bodies of such legal entities are elected from among the persons constituting this legal entity. Groups of individuals are divided into two: legal entities that pursue economic purposes and those that do not. Legal entities that pursue economic

purposes are companies. Examples such as limited company, limited liability company, joint stock company can be multiplied. In addition, associations can be given as examples of private law legal entities that are non-profit making groups of individuals (General Directorate of Land Registry and Cadastre, Land Registry Department, 2014).

The state was formed as a result of the combination of human, land and power elements. However, the state that emerges when these elements come together is a unique entity apart from these elements. The state should not be confused with people, who are the most important of these elements. Undoubtedly, the state was formed by the coming together of real people. Likewise, those who govern the state are also real persons. However, the state is an entity with a separate legal personality other than the real persons who create and govern it. In order for the entity called the state to operate and function, it must be able to carry out certain legal transactions, have separate assets, assume rights and obligations, and be plaintiffs and defendants before the courts, apart from the real persons that constitute it. The condition for the state to be able to do these is that it has a separate personality apart from the real persons that constitute it. Because otherwise, the legal actions taken by the administrators will have decisions and consequences on their own behalf, not on behalf of the state. Therefore, the resulting rights and obligations arise on the managers, and the real persons who are the managers appear before the courts as plaintiffs and defendants. This leads to an identification between the concept of ruler and the concept of the state. In such a system, the ruler himself becomes the state. This also has numerous drawbacks in terms of democracy and the rule of law. And such a situation also leads to the personalization of power (General Directorate of Land Registry and Cadastre, Land Registry Department, 2014).

For all these reasons, it was necessary to grant the state a separate personality, that is, a legal entity, apart from the real personalities of the administrators. The state is accepted as a legal person by the legal systems of Continental Europe. Thanks to its legal personality, the state can carry out legal transactions. May incur rights and obligations. There may be plaintiffs and defendants before the courts. In other words, the reason for granting this legal personality to the state is to ensure that the state can function, engage in various activities or own assets. In our positive law system, the state is accepted as a legal person. Since the state and other public legal entities are mentioned in various articles of our Constitution, we can say that our Constitution accepts the state as a public legal entity (General Directorate of Land Registry and Cadastre, Land Registry Department, 2014).

Real people are people. People are entitled to have rights and obligations. True personality begins at birth. They are communities that are formed by the coming together of one or more real persons to achieve a certain purpose, may have rights and obligations, and have a separate existence apart from the real persons that constitute them. A legal person is actually a group of people. However, the legal order grants this human community a separate personality from the people who make it up. Likewise, the law gives a legal entity a separate will power other than the will of the real persons who constitute it. In other words, the legal entity has a separate will other than the will of the real persons who constitute it. Therefore, a legal entity can assume rights and obligations by expressing its will through authorized decision-making bodies. The rights and obligations arising in this way arise on the legal entities, not on the real persons constituting the legal entity. Legal entities are divided into two: "private law legal entities" and "public law legal entities" (General Directorate of Land Registry and Cadastre, Land Registry Department, 2014).

For all these reasons, it was necessary to grant the state a separate personality, that is, a legal entity, apart from the real personalities of the administrators. The state is accepted as a legal person by the legal systems of Continental Europe. Thanks to its legal personality, the state can carry out legal transactions.

May incur rights and obligations. There may be plaintiffs and defendants before the courts. In other words, the reason for granting this legal entity to the state is to ensure that the state can function, engage in various activities or own assets (General Directorate of Land Registry and Cadastre, Land Registry Department, 2014).

2. Theoretical Framework and Method

It is necessary to prepare spatial plans at all scales and implement the implementation of these plans in order to support sustainable development at the country, regional and city levels and to create safe, healthy environments with a high quality of life (Spatial Plans Production Regulation, 2014; Çubukçu, 2022). In general terms, planning is the actions and documents that determine the order and methods to be followed to achieve a determined goal. The purpose of planning activities with the Zoning Law; To ensure that settlements are built in accordance with scientific, health and environmental conditions. The harmony of plans at different scales covering a certain space is called plan gradation (hierarchy). When making plans, the plan hierarchy must be followed (Karagöz and Özgümüş, 2016; Çubukçu, 2022).

The method that produces parcels through the plan prepared to meet the housing needs of the population is the application of Article 18. However, there are missing elements in the implementation, and subdivision transactions carried out in violation of laws and regulations become the subject of litigation. Applications that have been annulled by the judiciary are annulled and subject to a recycling decision. The inadequacy of laws and regulations for the recycling process creates a difficult situation for the institutions or organizations that carry out the application by obtaining opinions from the relevant institutions (Yıldırım, 2020). Municipalities authorized to carry out parceling works for the implementation of zoning plans must create the required zoning parcels. One of the most basic duties of municipalities is to distribute the technical infrastructure areas needed by the city equally and fairly. However; Recycling becomes mandatory in subdivision works as a result of lawsuits being filed due to technical and administrative elements and becoming subject to law. The location of the parcels subject to the parceling study within the regulation border on the cadastral and zoning plan, the regulation partnership share (DOP) calculation rate and the share or non-share status of the parcels formed after distribution require special study and technical knowledge. It is not clear what steps need to be taken to cancel the parcels and produce results, and the ways to follow if they are not done. Nowadays, the necessary laws and regulations must be enacted in order to recycle 2 parcellation works (Yıldırım, 2020).

The first thing in practice is that the parcel owner or his representative requests the location information of his parcel from the relevant cadastral directorate. After receiving the location information, he/she applies to the relevant municipality and requests that his parcel coincide with the zoning plan and learns the status of the zoning parcel corresponding to his parcel. After learning that the parcel corresponds to one or more detached parcels, this situation is connected to a map. After the map is checked by the municipality and if it is found to be in accordance with the zoning plan, it is decided by the municipal council and the map is approved. The file approved by the municipal council is brought to the relevant cadastre directorate by the person concerned or the engineer (contractor) who carried out the operation. The necessary technical control is carried out by the cadastre directorate and the file is sent to the relevant land registry office for registration (Karaağaç, 2019).

In the public interest, it can be foreseen that when it is understood that some things subject to property rights will cease to be private property and have a better social function, their owners may be changed, that is, they may come under the disposal of the state (Göze, 2011; Ustaoglu, 2019). As a result, the concept of public benefit and individual benefit may not always coincide. Restriction of property rights

as a result of some transactions established by the administration and aimed at public interest occurs frequently, especially in the context of zoning law. As a matter of fact, the powers of the owner are restricted and sometimes destroyed by different practices aimed at property rights as a result of various administrative procedures such as making plans, parceling, and expropriation by the competent administrations. For these and similar reasons, the concept of property rights and public interest often come into conflict. Accordingly, a reasonable balance must be maintained between the public interest and the protection of the individual's property rights (Ustaoglu, 2019).

3. Findings and Discussion

The hierarchy of these parameters in parceling has been tried to be revealed with practical plan examples of how public lands, which are legal entities, and citizen lands, which are called real persons, will be subject to the order of operations during parceling.

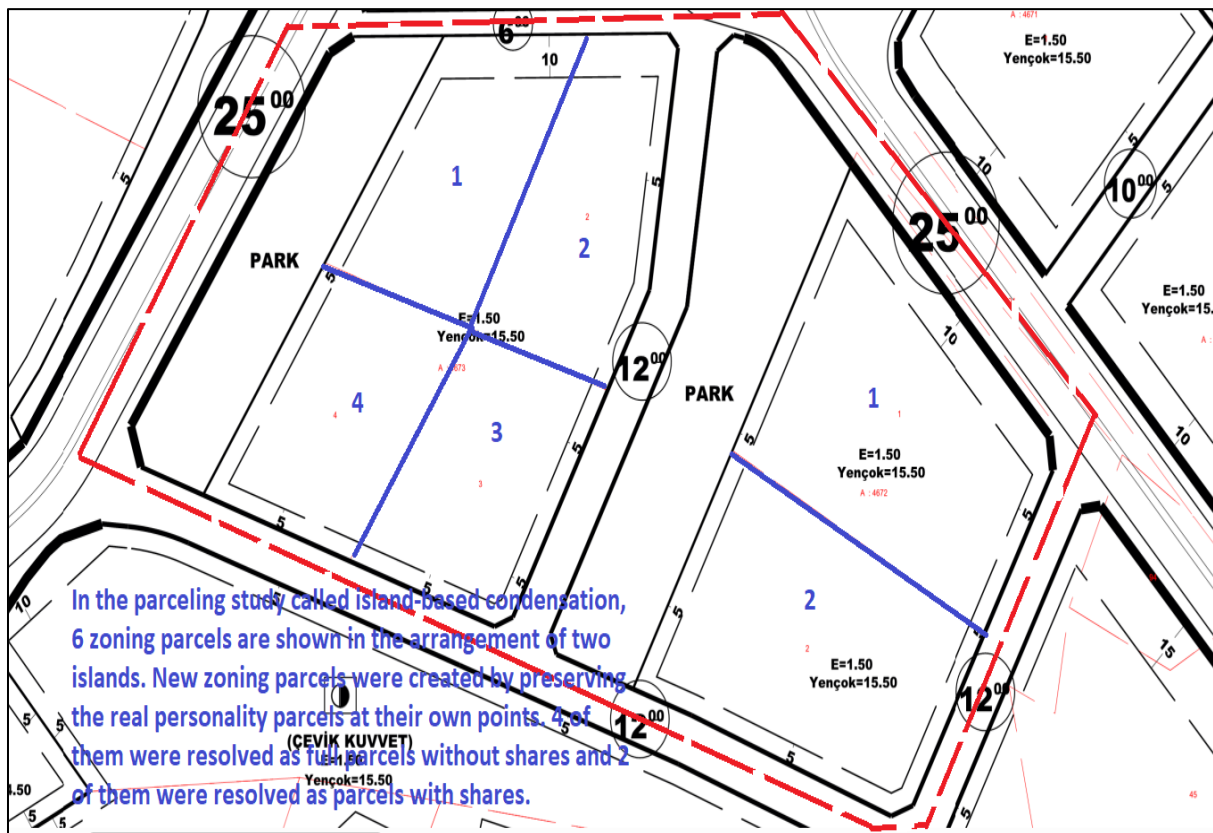


Figure 1. In the parceling study called island-based condensation, 6 zoning parcels are shown in the arrangement of two islands. New zoning parcels were created by preserving the real personality parcels at their own points. 4 parcels were resolved as full parcels without shares and 2 parcels with shares.



Figure 2. In the creation of new zoning parcels in the region where the 5 zoning islands within the regulatory limit are located at the same time as citizens, who are natural persons, and cadastral parcels registered in the name of the finance and municipality, and parcels registered in the name of legal entities, citizens are first protected from their own places, while a full share solution is made, while a new parcel is created with shares. If so, dividing the citizen-institution parcel instead of the citizen and the citizen would be more beneficial in solving the problem.

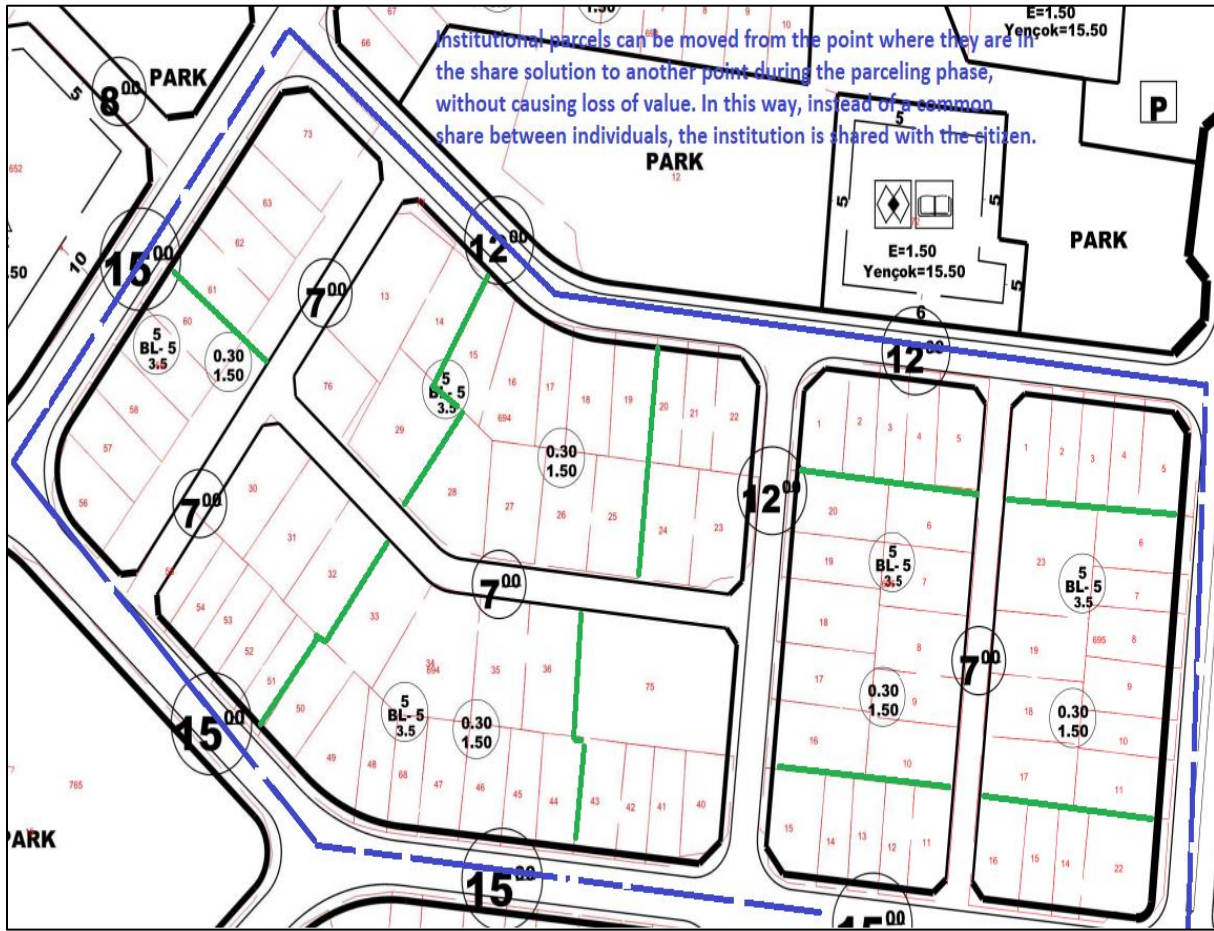


Figure 3. Institutional parcels can be moved from the point where they are in the share solution to another point during the parceling stage, without causing loss of value. In this way, instead of a common share between individuals, the institution is shared with the citizen.

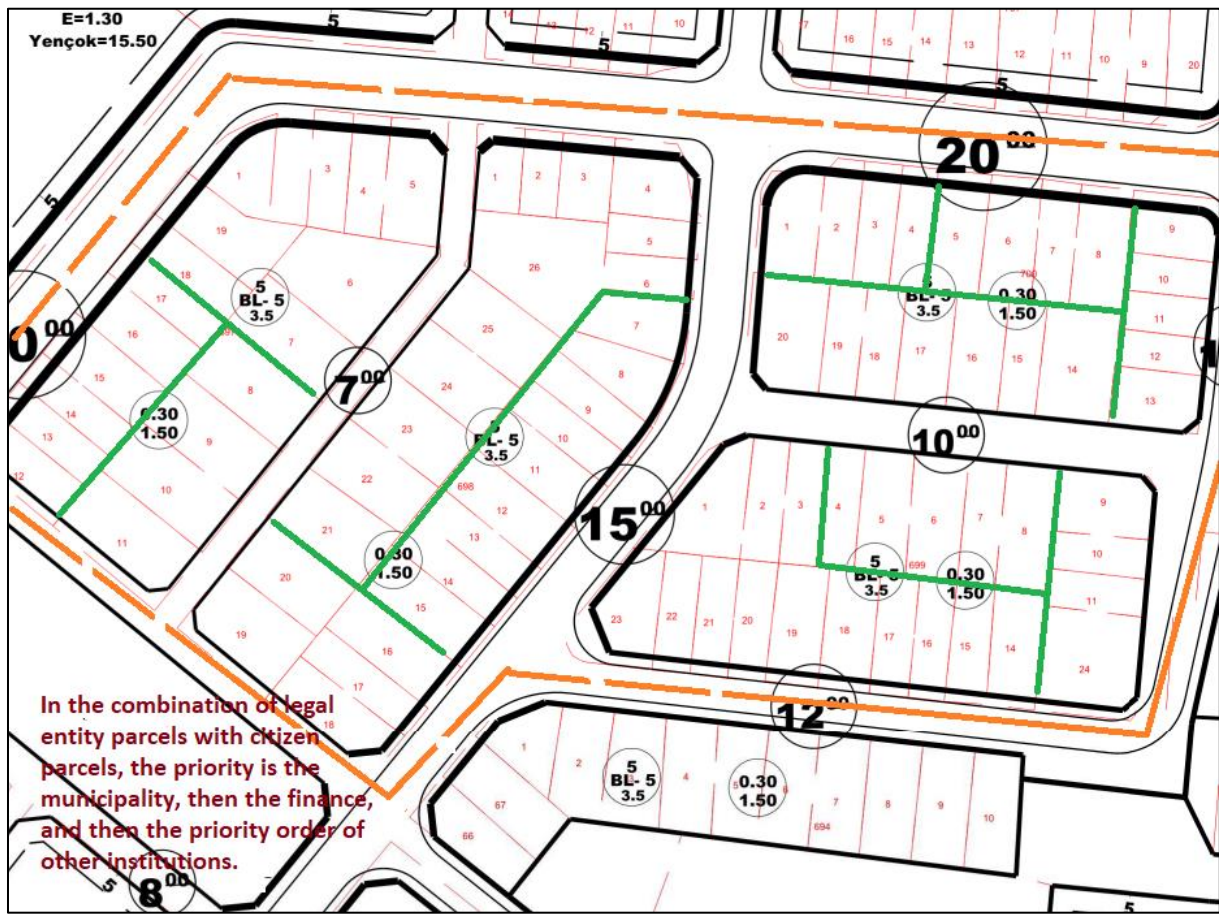


Figure 4. In the combination of legal entity parcels with citizen parcels, the priority is the municipality, then the finance, and then the priority order of other institutions.

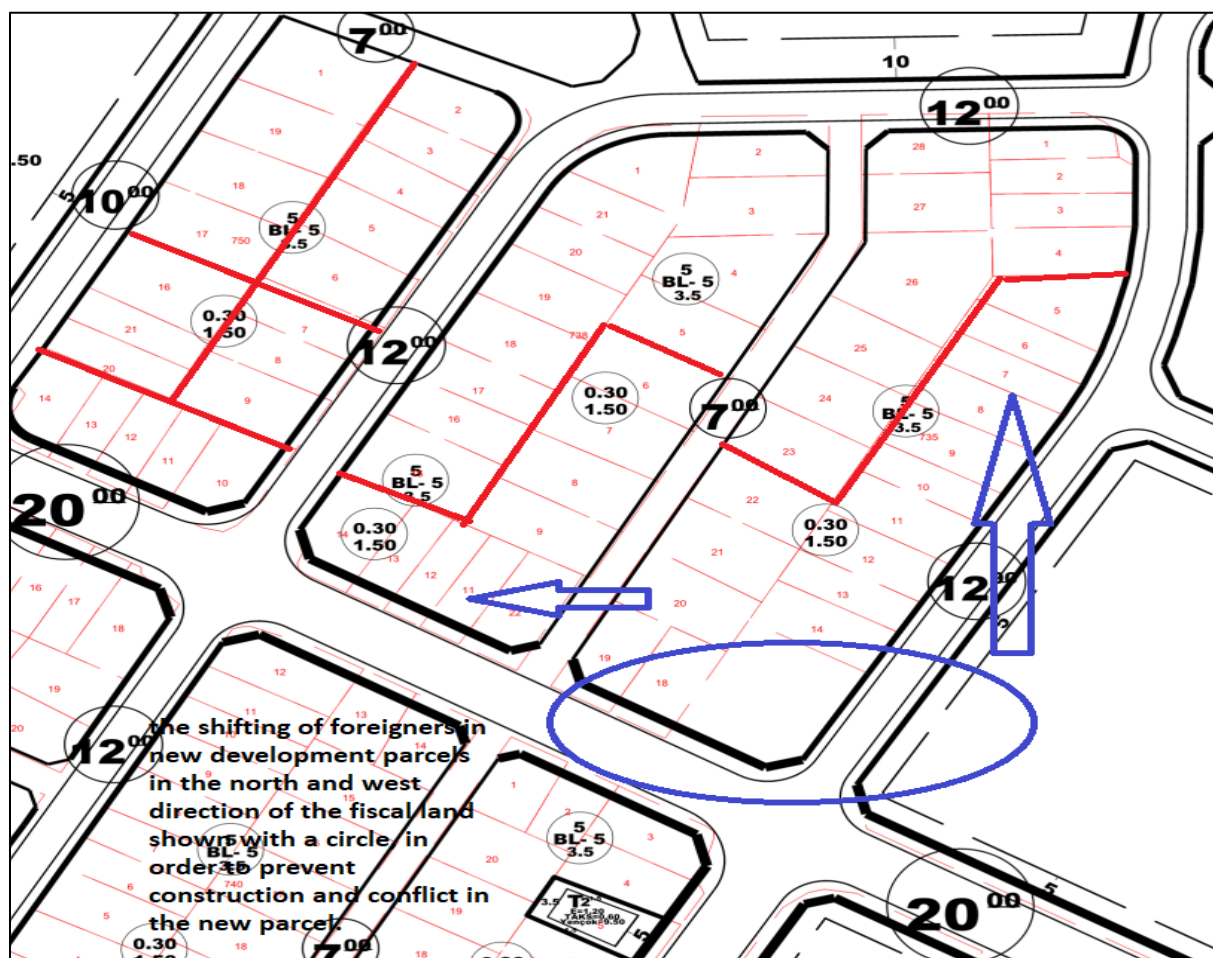


Figure 5. Shows the displacement of foreigners in new development parcels in the north and west direction of the fiscal land shown with a circle, in order to prevent construction and conflict in the new parcel.

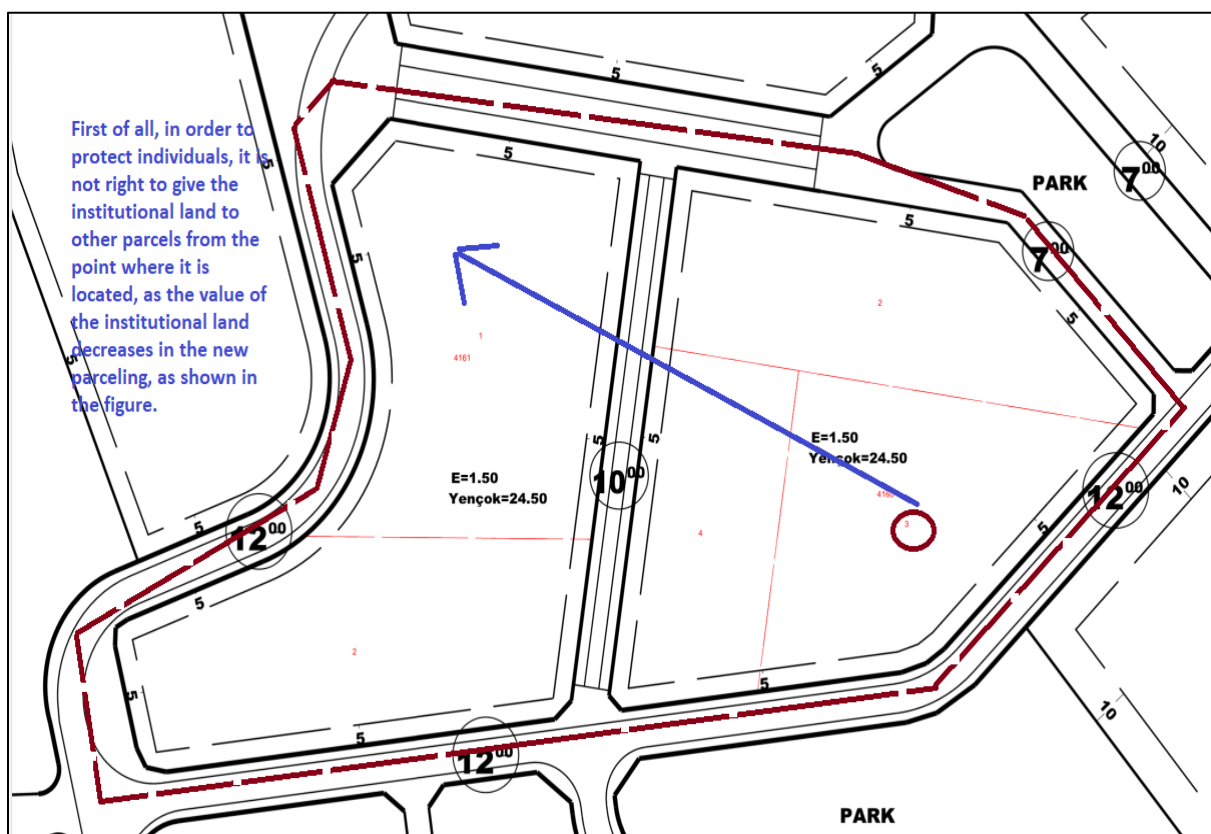


Figure 6. First of all, when parceling out to protect individuals, it is not correct to give the institutional land to other parcels from the point where it is located, as the value of the institution's land decreases in the new parceling, as shown in the figure.

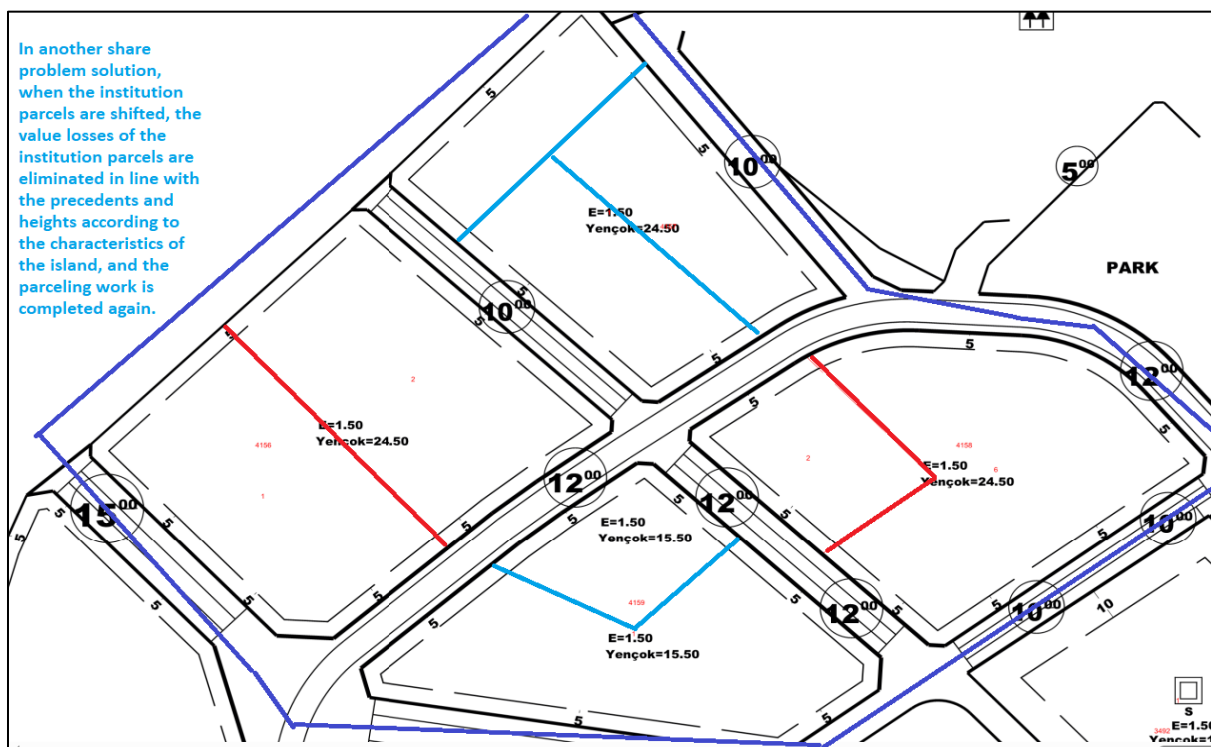


Figure 7. In another share problem solution, when the institution parcels are shifted, the value losses of the institution parcels are eliminated in line with the precedents and heights according to the characteristics of the island, and the parceling work is completed again.

With plan samples, the cadastral parcels corresponding to the zoning islands within the border processed with the regulation area are tried to be given exactly to their closest points within the framework of the planned type zoning regulation and plan notes. For new development parcels that will have to be shared, it would be better to create joint parcels with corporate lands, as producing joint parcels on the basis of new citizens other than shareholders in their current land registry may cause problems. However, the point to be taken into consideration here is to look at the rate of increase in value when shifting institutional lands from one place to another.

4. Conclusion and Recommendation

When real estate owned by real persons or legal entities are parceled out, they should be distributed in the best way possible, without harming anyone. As a share solution, it should be given as fully as possible. There will be no other solution to share, and in the production of parcels, efforts should be made to make the parcels belonging to institutions and citizens common. Citizens' agreement with institutions will be higher than citizens' agreement with each other. Especially since the transaction control is local government, it would be more appropriate to process the parcels belonging to the municipality, then the treasury and then the parcels of other institutions. Our suggestion is that when parceling out, citizen and institution parcels should be divided from their own point whenever possible, with less common share solution and that the transactions should be carried out tactfully without victimizing either party.

References

- Çubukçu, S. (2022). Examining the changes made in the zoning legislation and the differences that occur during the construction process of parceling plans, Istanbul Technical University Graduate Education Institute Geomatics Engineering Department, Master's Thesis, Istanbul.
- Göze, A. (2011). Political thoughts and administrations, Beta Publications, 12th Edition, Istanbul.
- Karaağaç, M.F. (2019). Problems encountered in the implementation of Article 18 of the Zoning Law No. 3194 and solution suggestions, Erciyes University Institute of Science and Technology, Department of Surveying Engineering, Master's Thesis, Kayseri.
- Karagöz, M. & Özgümüş, H. (2016). Real Estate Law in Cartography, Ankara.
- Spatial Plans Construction Regulation. (2014). Republic of Turkey Official Gazette, 29030, 14 June 2014.
- General Directorate of Land Registry and Cadastre, Land Registry Department. (2014). Land registry applications, Ankara.
- Ustaoglu, F. (2019). Interventions in property rights in parceling transactions, Ankara Yıldırım Beyazıt University Social Sciences Institute Public Law Department, Master's Thesis, Ankara.

Yıldırım, B. (2020). Examining the problem of returning canceled subdivision works to their pre-application state in zoning applications, Zonguldak Bülent Ecevit University, Institute of Science and Technology, Department of Geomatics Engineering, Master's Thesis, Zonguldak.

GÖZENEKLİ YAPILARDA DOLGU MALZEMESİ KULLANIMININ MEKANİK ÖZELLİKLERE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Doç.Dr., Erkan BAHÇE

İnönü Üniversitesi, erkan.bahce@inonu.edu.tr- 0000-0001-5389-5571

Gözde ERENER

İnönü Üniversitesi, gozdeerener9@gmail.com- 0000-0002-4164-6380

Dr. Öğr. Üyesi, Ender EMİR

İstiklal Üniversitesi, enderemir.inonu@gmail.com- 0000-0003-4972-5064

Öğr.Gör.Dr., Burak ÖZDEMİR

Malatya Turgut Özal Üniversitesi, burak.ozdemir@ozal.edu.tr-

ÖZET

Gözenekli yapılar hafiflik, iyi ısı transferi ve mekanik özellikler sayesinde günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle yük altında gösterdikleri farklı deformasyon davranışları nedeni ile farklı gözenekli yapılar farklı kullanım alanlarında tercih edilmektedir. Ancak meydana gelen ani çökme, kayma bandı oluşumu gibi deformasyon davranışları gözenekli yapılarda farklı dolgu malzemesi kullanılarak belli oranlarda iyileştirilebilmektedir. Bu çalışmada kafes yapılarında nispi yoğunluk değişimi ile birlikte dolgu malzemesi kullanımının mekanik özellikler üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu bağlamda % 20, % 30 ve % 40 nispi yoğunlukta dolgu malzemesi ve dolgu malzemesiz olacak görselde 6 adet ilkel kafes yapısı üretilmiştir. Her bir kafes yapısında gözeneklerin içini tamamen kapatacak görselde silikon dolgu malzemesi enjekte edilmiştir. Tüm numunelere tek eksenli basma testleri uygulanmış ve gerilim-gerinim eğrileri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre nispi yoğunluğun artması ile birlikte elastik modül ve akma dayanımının arttığı tespit edilmiştir. Doldu malzemesi kullanılan kafes yapılarında ise nispi yoğunluğun artışının elastik modül ve akma dayanımı üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür. Hem dolgu malzemesiz hem de dolgu malzemeli kafes yapıları karşılaştırıldığında özellikle plastik deformasyon bölgesinde gerilme değerlerinde belirgin farkla gözlemlenmiştir. Dolgu malzemesi kullanılan kafes yapılarında gerilme plastik bölgede ani artış ve azalış davranışı göstermezken, dolgu malzemesiz kafes yapılarında ani artış ve azalış şeklinde bir davranış göstermiştir.

Anahtar Kelimeler : Gözenekli yapılar, dolgu malzemesi, mekanik özellikler

1. GİRİŞ

Son yıllarda geliştirilen mühendislik uygulamalarında yüksek mekanik özelliklere sahip hafif yapılara olan talep giderek artmaktadır[1]. Bu bağlamda kompozit yapılar, kullanım alanına göre malzemelerde aranan mekanik özellikleri geliştirmemize olanak sağlamaktadır. Böylece seçilen malzemelerin özellikleri birleştirilerek düşük ağırlık, yüksek özgül mukavemet, sertlik ve yorulma direnci gibi mekanik özelliklere sahip yapılar elde edilebilmektedir[2]. Kompozit malzemelerin bu avantajlarına rağmen, farklı malzemelerin birleşimindeki uyum sorunları bazı mekanik dezavantajlara neden olmaktadır. Özellikle kompozit yapılarda oluşan düzlem içi anizotropik özellik, malzemenin mekanik davranışını olumsuz etkilemektedir[3].

Bu dezavantajın önüne geçmek için, literatürdeki çalışmalar kompozit matriks malzemesinin yönelim yönü ve farklı materyallerin mekanik özelliklere etkisi üzerine araştırmalar yapmışlardır[3], [4].

Kafes yapılar, üç boyutlu birim hücrelerin birbiriyle bağlanarak tekrarlanması ile oluşmaktadır. Karmaşık yapıya sahip olan bu yapılar, yüksek hassasiyet sağlayan eklemeli imalat teknolojileri ile kolayca üretilmektedir[5]. Son yıllarda eklemeli imalat teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte kafes yapılar üretilmiş ve ikincil malzemeler ile doldurulmuştur. İkincil malzeme ilavesi kafes yapılarda daha iyi enerji absorpsiyonu ve mekanik özellik sağlamaktadır. Son çalışmalar, kafes yapılarda köpük, elastomer, polimer ve poliüretan gibi dolgu malzemeleri kullanmış ve sahip oldukları özellikleri birleştirmeyi amaçlamışlardır[6]–[8].

Ostos vd. (2012) Fotopolimerizasyon yöntemi ile üretilen tiyol-en polimer kafes yapılar üzerine uygulanan poliüretan köpük kaplamanın deformasyon stabilizasyonu üzerine çalışmışlardır. Stokastik köpüklerin iyi enerji emme özelliği ile kafes yapıların üstün mekanik özelliklerinin birleştirilmesini amaçlamışlardır. Elde edilen tasarımın özellikleri sıkıştırma testleri ve sonlu eleman analizi ile incelenmiştir. Kafes yapı ve köpük kompoziti basınç dayanımının sırasıyla kafes yapıdan ve köpükten daha fazla olduğunu belirtmişlerdir[9]. Kao vd. (2018) PLA kafes yapıları PU köpük ile doldurmuş ve iki malzemeli yapıların darbe direncini araştırmışlardır. Sonuçlar, PU köpük ile doldurulan kafes yapıların darbe özelliklerinin köpük takviyesi olmayan yapıya kıyasla önemli ölçüde iyileştiğini göstermiştir[10]. Soe vd. (2021) çalışmalarında kaynaşmış biriktirme modellemesi (Fused Filament Fabrication) ile üretilen koni şeklinde su dolu kapalı hücreli kafes yapıları değerlendirmişlerdir. Su dolgusunun kafes yapılarda darbe performansını iyileştirdiğini görmüşlerdir[11].

Benzer olarak, Chapkin vd. (2021) SLM yöntemi ile üretilen Ti6Al4V kafes yapıları polidimetiloksan (PDMS) ve poliüretan köpük ile doldurmuştur. Köpük dolgulu kafeslerin enerji emme verimliliğinde ve mekanik özelliklerinde artış tespit etmişlerdir[8]. Prajapati vd. (2022) Termoplastik poliüretan (TPU) kafes yapıların içini poliüretan (PU) köpük ile doldurmuşlardır. Oluşturulan kafes yapıların mekanik ve fonksiyonel özelliklerini farklı deformasyon seviyelerinde sıkıştırma testleri ile incelemişlerdir. Sonuçlar, PU köpüğün eklenmesiyle kafes yapıların rijitliğinde, enerji dağılımında ve sönümleme kapasitesinde artış olduğunu göstermiştir. Köpük dolgulu kafes yapıların koruyucu giysiler, spor malzemeleri ve ayakkabı tabanı imalatı vb. alanlarda kullanımını önermişlerdir[6].

Literatür incelendiğinde, kafes yapıların ikincil dolgu malzemesi ile doldurulması üzerine sayılı çalışma olduğu görülmüştür. Ayrıca bu çalışmalar, aynı yoğunlukta kafes yapı üzerine ve çoğunlukla PU köpük dolgu malzemesi üzerine odaklanmıştır. Farklı dolgu malzemeleri ve kafes yapıların yoğunluk etkileri çalışılmamıştır. Bu çalışmada, üç farklı nispi yoğunlukta (%20, %30 ve %40) üretilen ilkel kafes yapı birim hücrelerin içi silikon dolgu malzemesi ile doldurulmuş ve basma testi yapılarak mekanik özellikleri incelenmiş ve boş kafes yapı ile kıyaslanmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Bu çalışmada üretim materyali olarak 3D yazıcılarda yaygın olarak kullanılan kolay basılabilir ve dayanıklı olma özelliklerine sahip PLA kullanılmıştır. PLA malzemesine ait termal ve mekanik özellikler Tablo 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. PLA Malzemesine Ait Termal Ve Mekanik Özellikleri [12]

Özellik	Değer
Young Modülü(Mpa)	1200-3000
Kayma Gerilmesi(Mpa)	54.5
Çekme Mukavemeti(Mpa)	28-50
Kopma Uzaması(%)	2.0-6.0%
Erime noktası(°C)	170-190
Kristallik(%)	%35
Camsı geçiş sıcaklığı(°C)	50-70

2.2. Metot

2.2.1 Kafes yapıların tasarımı ve üretimi

Çalışmada 20x20x20 mm boyutlarında ve %20, %30 ve %40 olmak üzere üç farklı nispi yoğunlukta ilkel kafes yapıları kullanılmıştır. Kafes yapılar, MSLattice programı kullanılarak tasarlanmış ve CAD modelleri oluşturulmuştur. Tasarlanan modellerin G kodları oluşturularak Ultimaker Extend 3 3D yazıcı ile üretim gerçekleştirilmiştir.

2.2.2 Kafes yapıların doldurulması

%20, %30 ve %40 olmak üzere üç farklı nispi yoğunlukta üretilen ilkel kafes yapıları, silikon dolgu malzemesi kullanılarak doldurulmuştur. Dolgu işlemi, cam iğne kullanılarak yapılmış ve doldurulan kafes yapıların görüntüsü Görsel 1’de verilmiştir.



Görsel 1. Doldurulan Kafes Yapılar

2.2.3 Basma Testi

Kafes yapıları doldurma işlemi için tercih edilen dolgu malzemesi mekanik özellikleri önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle, dolgu işlemi uygulanan dolu kafes yapılara ve boş kafes yapılara basma testi uygulanarak mekanik özellikleri değerlendirilmiştir. Deneylerde kullanılan basma test cihazı Görsel 2’de verilmiştir.

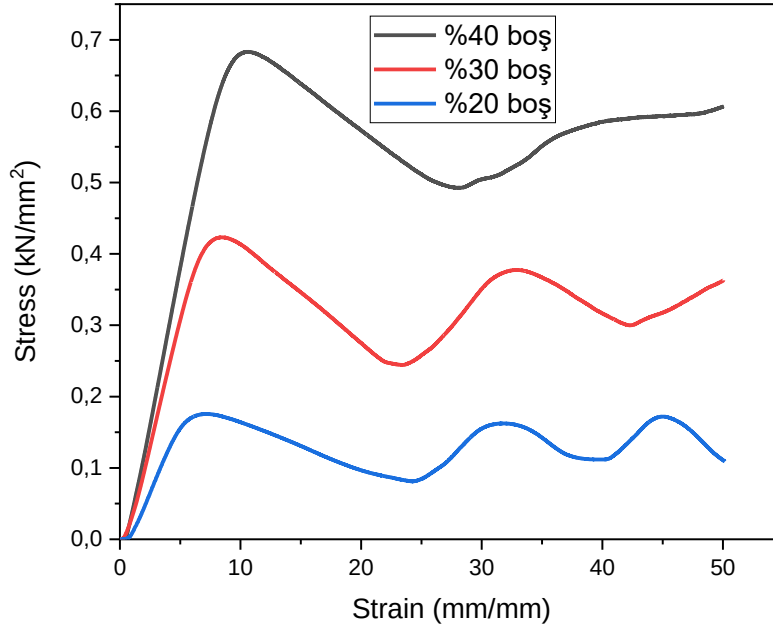


Görsel 2. Basma Test Cihazı

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

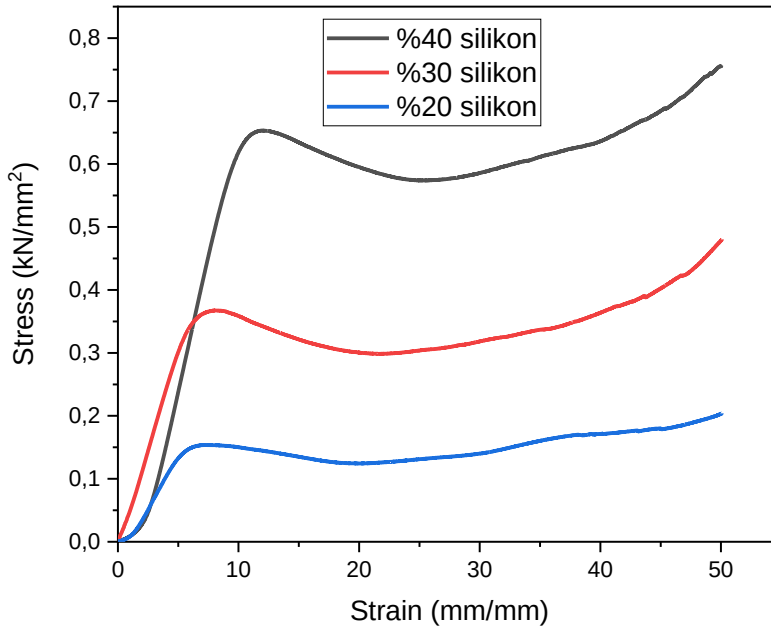
Görsel.3’de dolgu malzemesi kullanılmadan üretilen ilkel kafes yapılarının basma testleri sonucunda elde edilen gerilme-gerinim eğrileri verilmiştir. Nispi yoğunluk değişimi ile kafes yapılarının mekanik özellikleri önemli ölçüde değişmiştir. Nispi yoğunluğun artması ile birlikte elastik modül ve akma dayanımında belirgin değişimler gözlemlenmiştir. Nispi yoğunluğun %40’la en fazla olduğu kafes yapısında akma dayanımı 0.68 kN/mm^2 , %30 nispi yoğunluktaki kafes yapısında 0.42 kN/mm^2 ve son olarak %20 nispi yoğunluktaki kafes yapısında ise 0.16 kN/mm^2 olarak ölçülmüştür. Diğer yandan içi boş her bir kafes yapısı için elastik modül değerleri incelendiğinde %40nispi yoğunluğa sahip kafes yapısında 68 MPa, %30 nispi

yoğunluktaki kafes yapısında 52.5 MPa ve %20 nispi yoğunluktaki kafes yapısında ise 28.3 MPa olarak ölçülmüştür.



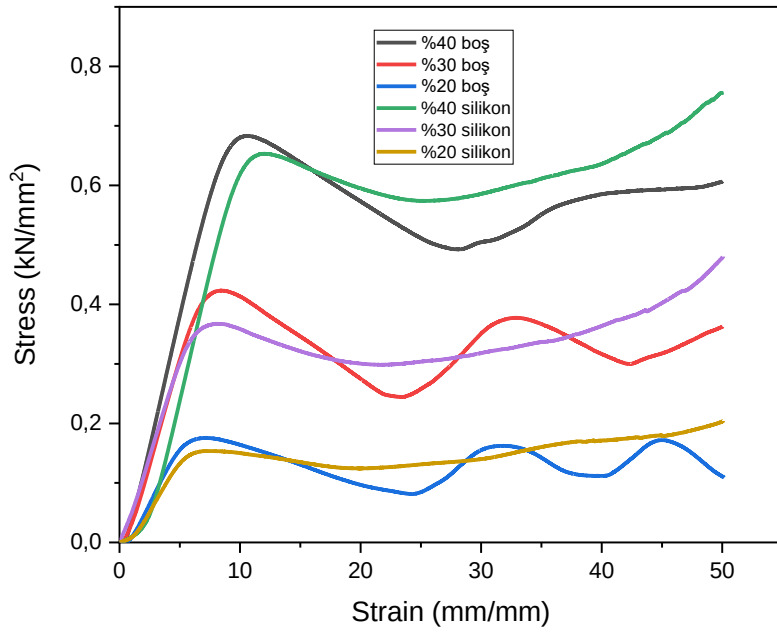
Görsel 3. Dolgu Malzemesiz Kafes Yapılarının Gerilme-Gerinim Eğrileri

Görsel.4’de silikon dolgu malzemesi kullanılarak üretilen ilkel kafes yapılarının basma testleri sonucunda elde edilen gerilme-gerinim eğrileri verilmiştir. Dolgu malzemesinin kafes yapılarının içerisine enjekte edilmesi ile birlikte akma gerilme değerlerinde değişim gözlemlenmiştir. Silikon dolgulu nispi yoğunluğun %40’la en fazla olduğu kafes yapısında akma dayanımı 0.65 kN/mm^2 , %30 nispi yoğunluktaki kafes yapısında 0.36 kN/mm^2 ve son olarak %20 nispi yoğunluktaki kafes yapısında ise 0.15 kN/mm^2 olarak ölçülmüştür. Diğer yandan içi boş her bir kafes yapısı için elastik modül değerleri incelendiğinde %40 nispi yoğunluğa sahip kafes yapısında 54,16 MPa, %30 nispi yoğunluktaki kafes yapısında 40 MPa ve %20 nispi yoğunluktaki kafes yapısında ise 25 MPa olarak ölçülmüştür.

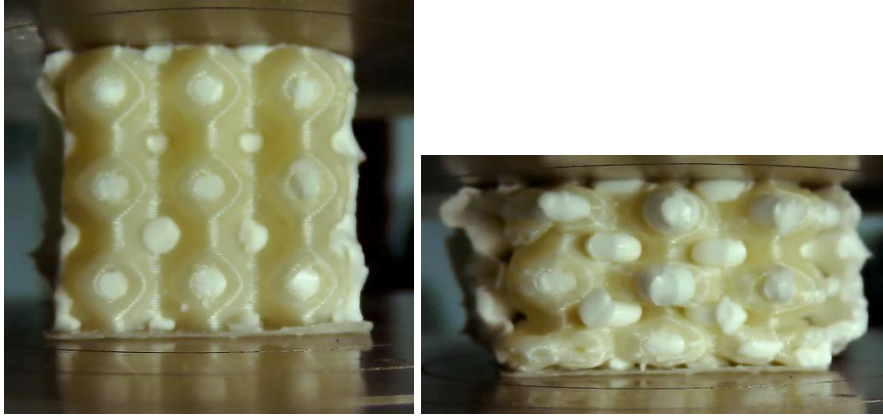


Görsel 4. Dolgu Malzemeli Kafes Yapılarının Gerilme-Gerinim Eğrileri

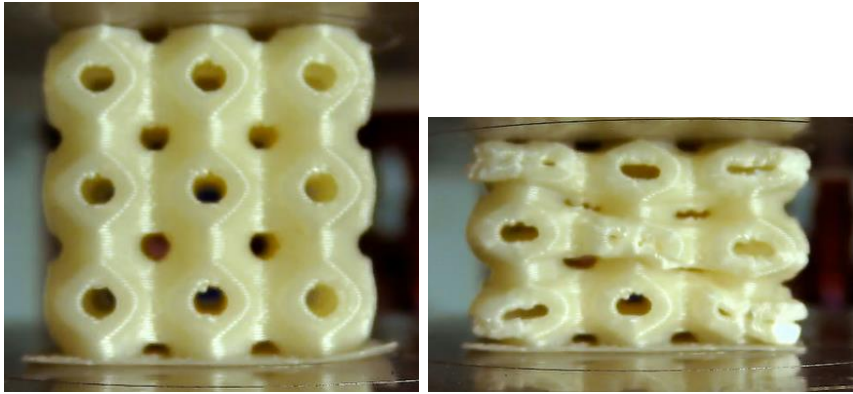
Görsel.5’de hem dolgu malzemesiz hem de dolgu malzemesi kullanılan ilkel kafes yapılarının gerilme-gerinim eğrileri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Her bir kafes yapısında dolgu malzemesi kullanılmadığı takdirde akma davranışı sonrası elastik bölgenin bitmesinin hemen ardından başlayan plastik bölgede gerinime karşılık gelen gerilme değerinde artış ve azalış şeklinde bir davranış gözlemlenmiştir. Dolgu malzemesi kullanılan kafes yapılarında ise bu deformasyon davranışını yerini daha stabil bir gerilme değişimine bırakmıştır. Bu deformasyon davranışı kafes yapıları içerisindeki dolgu malzemelerinin deforme olan kafes yapılarının içi boş kısımlarını doldurmasından kaynaklanmaktadır (Görsel.6). Bu sayede yük altında kafes yapısında ani bir çökme yaşanmamış ve gerilme değerinde belirgin artış ve azalış görülmemiştir. Dolgu malzemesiz kafes yapısında ise ani çökme meydana gelmiştir (Görsel.7). Diğer bir deyişle kafes yapısının gözenekleri silikon dolgu malzemesi sayesinde dolu bir katı gibi deforme olmasına sebep olmuştur.



Görsel 5. Dolgu Malzemeli Ve Dolgu Malzemesiz Kafes Yapılarının Gerilme-Gerinim Eğrileri



Görsel 6. Dolgu Malzemeli Kafes Yapısının Deformasyon Görüntüsü



Görsel 7. Dolgu Malzemesiz Kafes Yapısının Deformasyon Görüntüsü

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada kafes yapılarında dolgu malzemesi kullanımının mekanik özelliklere etkisi incelenmiştir. Silikon dolgu malzemesi kullanılan kafes yapılarına basma testleri uygulanmış ve gerilme-gerinim eğrileri incelenmiştir. Elde edilen sonular şöyle özetlenebilir:

1. Dolgu malzemesi kullanılmayan kafes yapılarının nispi yoğunluk değişiminin mekanik özellikler üzerinde etkisi olduğu tespit edilmiştir. Nispi yoğunluğun artması ile birlikte elastik modülde ve akma dayanımında artış gözlemlenmiştir.
2. Dolgu malzemesi kullanılan kafes yapılarında da dolgu malzemesiz kafes yapılarında olduğu gibi nispi yoğunluk değişimi mekanik özellikleri paralel yönde etkilemiştir. Ancak dolgu malzemesiz kafes yapılarına göre plastik deformasyon bölgesinde gerilme değerlerinde dolu malzemesiz kafes yapılarında ki artış ve azalış şeklinde dalgalanma gözlemlenmemiştir.
3. Dolgu malzemesinin özellikle gözenek boyutu büyük olan kafes yapılarında yük artışına bağlı olarak meydana gelebilecek ani çökmeleri engellediği görülmüştür.

KAYNAKÇA

- [1] Z. Jia, F. Liu, X. Jiang, and L. Wang, “Engineering lattice metamaterials for extreme property, programmability, and multifunctionality,” *Journal of Applied Physics*, vol. 127, no. 15. American Institute of Physics Inc., Apr. 21, 2020. doi: 10.1063/5.0004724.
- [2] D. K. Rajak, D. D. Pagar, P. L. Menezes, and E. Linul, “Fiber-reinforced polymer composites: Manufacturing, properties, and applications,” *Polymers*, vol. 11, no. 10. MDPI AG, Oct. 01, 2019. doi: 10.3390/polym11101667.
- [3] S. DURSUN and N. KAYA, “ÇOK ÖLÇEKLİ MALZEME MODELLEMESİ İLE KISA ELYAF TAKVİYELİ KOMPOZİTLERİN YAPISAL ANALİZİ: ARAÇ PEDALI ÖRNEĞİ,” *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, pp. 217–232, Apr. 2023, doi: 10.17482/uumfd.1092248.
- [4] R. Sakin, “Effects of glass-mat on mechanical anisotropy in bidirectional e-glass woven roving reinforced composite sheets produced by RTM method,” *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, vol. 23, no. 8, pp. 967–973, 2017, doi: 10.5505/pajes.2017.55631.
- [5] T. Maconachie *et al.*, “SLM lattice structures: Properties, performance, applications and challenges,” *Materials and Design*, vol. 183. Elsevier Ltd, Dec. 05, 2019. doi: 10.1016/j.matdes.2019.108137.
- [6] M. J. Prajapati, A. Kumar, S. C. Lin, and J. Y. Jeng, “Multi-material additive manufacturing with lightweight closed-cell foam-filled lattice structures for enhanced mechanical and functional properties,” *Addit Manuf*, vol. 54, Jun. 2022, doi: 10.1016/j.addma.2022.102766.
- [7] B. Kiyak, M. M. Bölümü, T. Fakültesi, F. Üniversitesi, and M. Fakültesi, “Hücre Boşlukları Köpük ile Doldurulmuş Kompozit Sandviç Levhaların Basma ve Eğilme Dayanımlarının İncelenmesi,” 2019.

- [8] W. A. Chapkin, D. L. Simone, G. J. Frank, and J. W. Baur, “Mechanical behavior and energy dissipation of infilled, composite Ti-6Al-4V trusses,” *Mater Des*, vol. 203, May 2021, doi: 10.1016/j.matdes.2021.109602.
- [9] J. Bernal Ostos, R. G. Rinaldi, C. M. Hammetter, G. D. Stucky, F. W. Zok, and A. J. Jacobsen, “Deformation stabilization of lattice structures via foam addition,” *Acta Mater*, vol. 60, no. 19, pp. 6476–6485, Nov. 2012, doi: 10.1016/j.actamat.2012.07.053.
- [10] Y.-T. Kao, R. Amin, N. Payne, J. Wang, and B. L. Tai, “Low-velocity Impact Response of 3D-printed Lattice Structure with Foam Reinforcement,” 2018. [Online]. Available: <http://www.elsevier.com/open-access/userlicense/1.0/>
- [11] S. Soe, R. Adams, M. Hossain, and P. Theobald, “Investigating the dynamic compression response of elastomeric, additively manufactured fluid-filled structures via experimental and finite element analyses,” *Addit Manuf*, vol. 39, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.addma.2021.101885.
- [12] S. Corneillie and M. Smet, “PLA architectures: The role of branching,” *Polymer Chemistry*, vol. 6, no. 6. Royal Society of Chemistry, pp. 850–867, Feb. 14, 2015. doi: 10.1039/c4py01572j.

HAM VERMİKÜLİT İKAMELİ ÇİMENTO HARCININ YÜKSEK SICAKLIK PERFORMANSININ İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Zinnur ÇELİK

Atatürk Üniversitesi, zinnur.celik@atauni.edu.tr - ORCID ID 0000-0001-7298-7367

Arş. Gör. Emrah TURAN

Atatürk Üniversitesi, emrah.turan@atauni.edu.tr - ORCID ID 0000-0003-2425-6118

Doç. Dr. Meral OLTULU

Atatürk Üniversitesi, mroltulu@atauni.edu.tr - ORCID ID 0000-0002-3779-6888

ÖZET

Portland Çimentosu üretiminde yaklaşık %8 oranında karbondioksit salımı yapılmaktadır. Bu oranın azaltılması amacıyla uçucu kül, silis dumanı, yüksek fırın cürufu, doğal puzolanlar gibi kaynaklar kullanılmaktadır. Ancak, bu malzemelerin kaynaklarının sınırlı olması nedeniyle CO₂ emisyonlarında önemli bir azalma sağlanamamıştır. Bu durum, yeni malzemeler ve yöntemlere yönelik arayışları artırmaktadır. Bu bağlamda, ham vermikülitin çimento takviyesi olarak potansiyel avantajlarını ve etkilerini değerlendiren araştırma eksikliği literatürdeki boşluğu ifade etmektedir. Bu çerçevede, ince öğütülmüş işlem görmemiş vermikülitin çimentolu kompozitlerde katkı olarak kullanılma potansiyeli üzerine durulması gerekmektedir. Bu çalışma, ham vermikülit ikamelili çimento harcının yüksek sıcaklık performansını incelemeyi amaçlamaktadır. Çimento harçlarında ham vermikülit ikamesi olarak çimentonun ağırlıkça %2,5, %5, %7,5, %10'u oranları seçilmiştir. Numuneler 28 gün sonunda yüksek sıcaklıklara (200 °C, 400 °C ve 600 °C) maruz bırakılarak kütle kaybı ve basınç dayanımlarındaki değişimler incelenmiştir. Deney sonuçları, farklı ham vermikülit oranlarının çimento harcının yüksek sıcaklık performansı üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle %5 oranındaki ham vermikülit içeren çimento harcının yüksek sıcaklık performansı açısından en iyi sonucu verdiği görülmüştür. Ancak, artan ham vermikülit oranının yüksek sıcaklık öncesi ve sonrası basınç dayanımında düşüşlere yol açtığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ham vermikülit, çimento harcı, yüksek sıcaklık, basınç dayanımı

1. GİRİŞ

Yangın, betonun performansını olumsuz yönde etkileyen en şiddetli dayanıklılık sorunlarından birisidir [1, 2]. Beton yangın sırasında veya fırın ve reaktörlerin yakınındayken yüksek sıcaklık etkisi altında kalmaktadır [3, 4, 5]. Yüksek sıcaklık, betonda çimento hamurunun dehidrasyonu, agregaların ayrışması, kütle ve dayanım kaybı gibi kimyasal ve fiziksel reaksiyonlara neden olmakta ve bu durumda betonun mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir [2, 6]. Yüksek sıcaklıktaki artışla birlikte betondaki bozulmalar daha da önemli hale gelmektedir. Sıcaklığın yaklaşık 110°C'nin üzerine yükselmesiyle kalsiyum silikat hidrattaki (CSH) bağlı suyun salınmasıyla dehidrasyon oluşmaya başlar [7]. Hidratlı kalsiyum silikatın dehidrasyonu ve agreganın termal genleşmesiyle iç gerilimleri artmakta ve 300°C'den itibaren malzemede mikro çatlaklar oluşmaktadır [8]. Çimento hamurunun önemli bileşenlerinden biri olan kalsiyum hidroksit [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] yaklaşık 530°C sıcaklıkta ayrışarak betonun büzülmesine neden olur [9, 10]. Çimento hamuruna dayanım veren CSH jelinin ayrışması 600°C'nin üzerinde daha da önemli hale gelmektedir [5]. Agregat türü ve boyutu, çimento türü, su/çimento oranı, puzolanik mineral malzeme varlığı gibi bileşenlerin, betonun yüksek sıcaklık etkisindeki davranışını etkilediği bilinmektedir [11, 12, 13].

Vermikülit, doğada doğal olarak bulunan parlak pullu ve mika benzeri görünüme sahip bir mineraldir. Vermikülit temel olarak SiO_2 (ağırlıkça % 37–42), MgO (ağırlıkça % 14–12), Al_2O_3 (ağırlıkça % 10–13), Fe_2O_3 (ağırlıkça % 5–17), H_2O (ağırlıkça % 8–18) ve FeO 'dan (ağırlıkça % 1-3) oluşmaktadır [14, 15]. İnşaat mühendisliği uygulamalarında yaygın olarak kullanılan genleştirilmiş vermikülit, 650–950°C'ye kadar ısıtıldığı zaman başlangıç boyutunun 8 ile 30 katı kadar genişleyebilme özelliğine sahiptir. Genleştirilmiş vermikülit, düşük ısı iletkenliği ve kütle yoğunluğu, yüksek erime noktası, iyi ses ve ısı yalıtımı özellikleri göstermektedir [15]. Vermikülit, yangına dayanıklılığını arttırmak ve ısı yalıtım özelliklerini iyileştirmek amacıyla alçı matrisine eklenen katkı maddeleri arasında bulunmaktadır [16].

Ayrıca literatürde genleştirilmiş vermikülitin, hafif beton ve harç üretiminde agrega olarak kullanımına dair çalışmalar bulunmaktadır. Köksal ve ark. [17] çalışmalarında, çimento tipinin ve genleştirilmiş vermikülit tozunun hafif harçların yüksek sıcaklıktaki termal, mekanik özellikleri ve dayanıklılığı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucu, kalsiyum aluminat çimento ve genleştirilmiş vermikülitin birlikte kullanımının, normal çimento katkılı harç numuneleriyle karşılaştırıldığında basınç dayanımı açısından önemli bir yüksek sıcaklık dayanımı performansı sergilediğini göstermiştir. Köksal ve ark. [18], agrega olarak genleştirilmiş vermikülit kullanılan hafif ağırlıklı harçların, yüksek sıcaklıklarda iyi mekanik dayanım performansı gösterdiğini belirtmişlerdir. El-Gamal ve ark. [19] çalışmalarında, yüksek sıcaklıklara maruz kalan genleştirilmiş vermikülit içeren sertleştirilmiş Portland çimento hamurlarının dayanıklılığı ve termal stabilitesini incelemişlerdir. Son zamanlarda, ham vermikülitin harç numunelerinde kullanımı ile ilgili kısıtlı çalışmalarda bulunmaktadır [20, 21]. Genleştirilmiş vermikülitin beton ve harçta kullanımına dair literatürde geniş bilgi mevcutken, ham vermikülitte ait kısıtlı çalışma bulunmaktadır. Bu kapsamda çalışmada, %2.5, %5, %7.5 ve %10 oranlarında ham vermikülit çimento ile değiştirilerek harç numuneleri üretilmiştir. Üretilen harç numuneleri 200°C, 400°C ve 600°C sıcaklıklara maruz bırakılmıştır.

Numunelerin yüksek sıcaklık öncesi ve sonrası basınç dayanımları tespit edilmiştir. Ayrıca yüksek sıcaklık sonrası numunelerdeki kütle kayıpları da belirlenmiştir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışma kapsamında EN 197-1'e uygun CEM I 42.5 R Portland çimentosu (PC) kullanılmıştır. Deneyler kapsamında kullanılan kumun özgül ağırlığı ve su emme oranı EN 1097-6 standardına göre belirlenmiştir. İnce agrega olarak dere kumu tercih edilmiş olup, özgül ağırlığı 2.63, su emme değeri 1.60 ve incelik modülü 3,22 olarak belirlenmiştir. Ham vermikülit (HV) ise Türkiye'deki M.S MADENCİLİK firmasından temin edilmiş olup, fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Ham vermikülit öncelikle 105°C'de 24 saat boyunca etüvde kurutulmuştur. Daha sonra öğütme işlemi bilyalı bir değirmen kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Numune üretiminde kullanılan ham vermikülit 0,074 mm elekten elenerek kullanılmıştır.

Çizelge 1. Ham Vermikülitin Kimyasal Kompozisyonu ve Fiziksel Özellikleri

Kimyasal Kompozisyon (%)		Fiziksel Özellikler	
SiO ₂	35,4	Renk	Altın -Gri
Al ₂ O ₃	17,8	Şekil	Akordeon
K ₂ O	4,68	Su Tutma Kapasitesi	%200-325 ağırlık %20-50 hacim
CaO	6,9	pH	6,3-7,5
MgO	17,3	Katyon Değişim Oranı	50-150 me/100 gr.
Fe ₂ O ₃	16,7	Isı İletkenliği	0,065 - 0,062 watt/m/°C

2.2. Yöntem

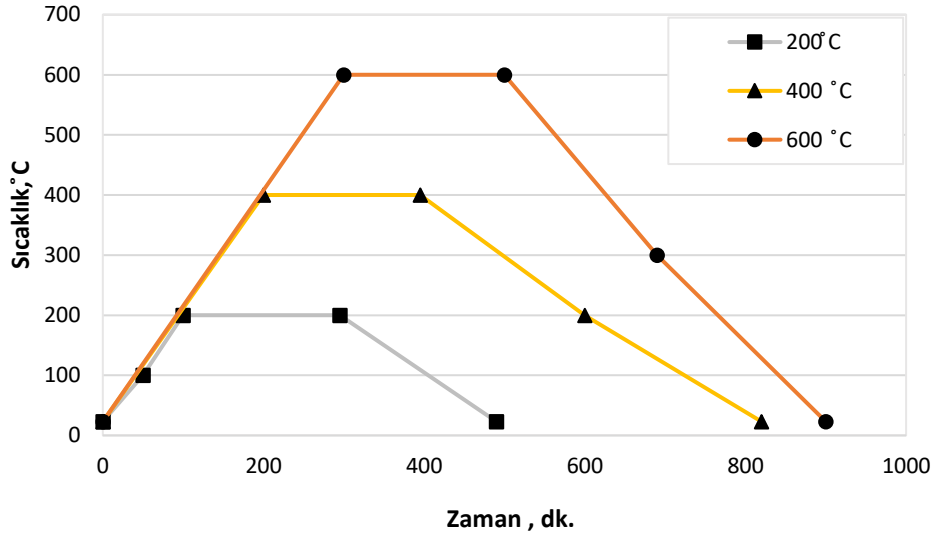
Çalışmada incelemeye tabi tutulan numunelerin karışım oranları TS EN 197-1 dikkate alınarak Çizelge 2'de gösterilmiştir. Bu çalışmanın karışım değişkenleri, ağırlıkça çimentonun %2,5, %5, %7,5 ve %10'u oranında ham vermikülit ikamesidir. Her bir deney için 3'er adet 50x50x50 cm boyutlarında küp numuneler üretilmiştir.

Çizelge 2. Karışım Oranları

Grup	Ham vermikülit (gram)	Çimento (gram)	Kum (gram)	Su (gram)
Referans	-	450	1350	225
HV2,5	11,2	438,8	1350	225
HV5,0	22,5	427,5	1350	225
HV7,5	33,7	416,3	1350	225
HV10,0	45,0	405,0	1350	225

Her karışım numunesinin birim ağırlıkları belirlenmiştir. 28 gün boyunca 20°C sıcaklıktaki su banyosunda kür uygulanan numunelere basınç dayanımı deneyine tabi tutulmuştur. Ayrıca, 2 saat boyunca 200°C, 400°C ve 600°C sıcaklığa maruz bırakılan numunelerin kütle kaybı ve

basınç dayanımı değerleri belirlenmiştir. Yüksek sıcaklık uygulamasında belirlenen ısıtma-soğuma rejimine ait grafik Görsel 1’de verilmiştir.



Görsel 1. Isıtma-soğuma rejimleri

3. ARAŞTIRMA BULGULARI ve DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, kontrol grubu ile ham vermikülit katkılı harçların yoğunlukları ve basınç dayanımları ile yüksek sıcaklık sonrası basınç dayanımları ve kütle kayıpları belirlenmiştir. Karışım gruplarına ait birim ağırlık, basınç dayanımı ve kütle kaybı sonuçları Çizelge 3’te ve grafik olarak basınç dayanımı değerleri Görsel 2’ de verilmiştir.

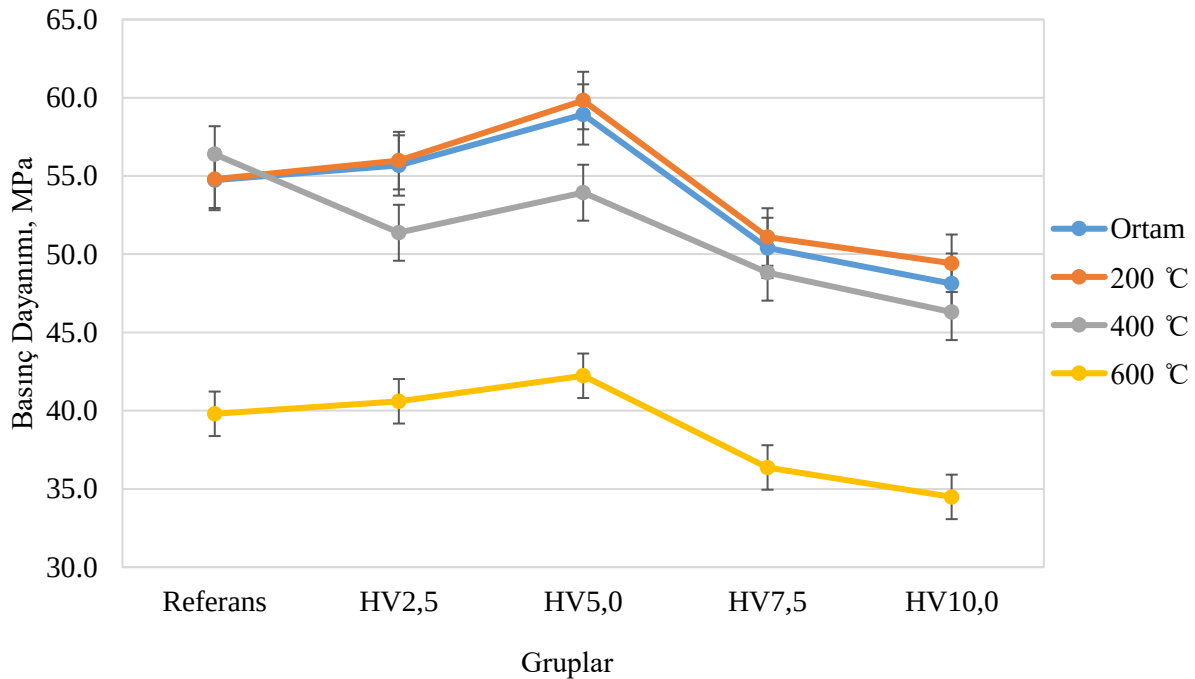
Çizelge 3. Deney Sonuçları

Numune Kodu		Referans	HV2,5	HV5,0	HV7,5	HV10,0
Birim ağırlık (g/cm³)		2,25	2,24	2,19	2,12	2,08
28 günlük basınç dayanımı		54,7	55,7	58,9	50,4	48,1
Kontrole göre basınç dayanımında değişim, %		-	2	9	-6	-10
Basınç dayanımı, %	200°C	54,79	55,98	59,82	51,1	49,42
	400°C	56,39	51,37	53,93	48,82	46,3
	600°C	39,8	40,6	42,23	36,37	34,49
Yüksek sıcaklık sonrası Basınç Dayanımı, (değişim, %)	200°C	-	2	9	-7	-10
	400°C	-	-9	-4	-13	-18
	600°C	-	2	6	-9	-13
Ortam sıcaklığındaki numunelere göre Basınç dayanımındaki değişim, %	200°C	0	1	2	1	3
	400°C	-3	-8	-8	-3	-4
	600°C	-27	-27	-28	-28	-28
Kütle kaybı, %	200°C	-5,5	-4,4	-4,3	-4,5	-3,8
	400°C	-8,9	-6,9	-6,8	-6,6	-6,9
	600°C	-15,7	-11,9	-12,4	-12,8	-12,3

Ham vermikülit içeren numunelerin birim ağırlığı, kontrol numunesine kıyasla azalmıştır. Bu durum, ham vermikülitin yoğunluğunun, çimentonun yoğunluğundan düşük olmasıyla açıklanabilir. Eklenen ham vermikülit miktarı çok az olduğu için toplam azalma %1-7 gibi küçük bir oranda gerçekleşmiştir.

Referans harç numuneye göre basınç dayanımlarında %1 ile %3 arasında değişiklik meydana gelmiştir. HV2,5; HV5; HV7,5 ve HV10 grubu numunelerde sırasıyla %2, %9, %6 ve %10 oranlarında basınç dayanımında değişiklik gerçekleşmiştir. Tüm numuneler içerisinde en yüksek basınç dayanımı HV5 grubunda, en düşük basınç dayanımı HV10 grubunda meydana gelmiştir.

Referans ve ham vermikülit ikameli harçlar 200 °C, 400 °C ve 600 °C sıcaklıklarına 2 saat boyunca maruz kalması sonucunda basınç dayanımlarında genel olarak azalma meydana gelmiştir. Ortam sıcaklığında basınç dayanımına %0 ile %28 arasında değişim meydana gelmiştir. Harçların ortam sıcaklığındaki basınç dayanımlarına göre 200 °C 'de %0-3, 400 °C maruz kalması durumun %3 ile %8 arasında ve 600 °C maruziyetinde ise %27 ile %28 arasında değişmektedir. Ortamdaki basınç dayanımına göre yüksek sıcaklık sonrası en iyi performans gösteren grup HV5 olurken en kötü performans HV10 grubunda gerçekleşmiştir. Yüksek sıcaklık sonrasında 200 °C maruz kalmış numunelerde kütle kaybı açısından önemli bir değişim olmadığı, 400 °C ve 600 °C sıcaklığa maruziyet sonrasında ise sırasıyla %12-16 arasında kütle kaybı oluşmuştur.



Görsel 2. Yüksek sıcaklık öncesi ve sonrası basınç dayanımları

Harç numunelerinde %5 oranına kadar HV kullanımı basınç dayanımını arttırdığı tespit edilmiştir. Ham vermikülit oranının artması ile basınç dayanımında düşüşler meydana gelmiştir. Ancak bu düşüş oranının kabul edilebilir sınırlarda olduğu görülmüştür.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİ

Bu çalışma, ham vermikülit ikameli harç kompozitlerin yüksek sıcaklık sonrası mekanik özelliklerini incelemiştir. Çalışma sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Ham vermikülit katkısıyla numunelerin yoğunluğunda hafif bir azalış gözlemlenmiştir. Ancak bu azalma miktarı genel yoğunluğu sınırlı bir oranda etkilemiştir.
- Mekanik özellikler açısından, %2,5 ve %5 ham vermikülit ikameli harçların, referans harç numunelerine kıyasla basınç dayanımında artış meydana gelmiştir.
- Yüksek sıcaklık etkisi incelendiğinde, 200 °C, 400 °C ve 600 °C sıcaklığa maruziyet sonrasında ham vermikülit katkılı numunelerde %5 ile %11 arasında değişim tespit edilmiştir. Özellikle 600 °C maruziyetinde, %5 oranında ham vermikülit ikamesinde kontrole göre %6 oranında artış meydana gelmiştir. Ortam sıcaklığında bekletilen numunelere göre yüksek sıcaklıkların etkisi tüm numunelerde farklılık göstermiştir, en iyi performans gösteren grup HV5 iken en kötü performans HV10 grubunda gözlemlenmiştir. Kütle kaybı açısından ise 200 °C maruziyetlerinde önemli bir değişim olmazken, 400 °C ve 600 °C maruziyetinde yüksek oranda kütle kaybı meydana gelmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Kodur, V. K. R., Raut, N. K., Mao, X. Y., & Khaliq, W. (2013). Simplified approach for evaluating residual strength of fire-exposed reinforced concrete columns. *Materials and Structures*, 46, 2059-2075.
- [2] Babalola, O. E., Awoyera, P. O., Le, D. H., & Romero, L. B. (2021). A review of residual strength properties of normal and high strength concrete exposed to elevated temperatures: Impact of materials modification on behaviour of concrete composite. *Construction and Building Materials*, 296, 123448.
- [3] Luccioni, B. M., Figueroa, M. I., & Danesi, R. F. (2003). Thermo-mechanic model for concrete exposed to elevated temperatures. *Engineering structures*, 25(6), 729-742.
- [4] Sakr, K., & El-Hakim, E. (2005). Effect of high temperature or fire on heavy weight concrete properties. *Cement and concrete research*, 35(3), 590-596.
- [5] Arioiz, O. (2007). Effects of elevated temperatures on properties of concrete. *Fire safety journal*, 42(8), 516-522.
- [6] Guo, Y. C., Zhang, J. H., Chen, G. M., & Xie, Z. H. (2014). Compressive behaviour of concrete structures incorporating recycled concrete aggregates, rubber crumb and reinforced with steel fibre, subjected to elevated temperatures. *Journal of cleaner production*, 72, 193-203.
- [7] Khoury, G. A., Majorana, C. E., Pesavento, F., & Schrefler, B. A. (2002). Modelling of heated concrete. *Magazine of concrete research*, 54(2), 77-101.
- [8] Hertz, K. D. (2005). Concrete strength for fire safety design. *Magazine of concrete research*, 57(8), 445-453.
- [9] Janotka, I., & Nürnbergerová, T. (2005). Effect of temperature on structural quality of the cement paste and high-strength concrete with silica fume. *Nuclear Engineering and design*, 235(17-19), 2019-2032.

- [10] Georgali, B., & Tsakiridis, P. E. (2005). Microstructure of fire-damaged concrete. A case study. *Cement and Concrete composites*, 27(2), 255-259.
- [11] Ju, Y., Tian, K., Liu, H., Reinhardt, H. W., & Wang, L. (2017). Experimental investigation of the effect of silica fume on the thermal spalling of reactive powder concrete. *Construction and Building materials*, 155, 571-583.
- [12] Kalifa, P., Menneteau, F. D., & Quenard, D. (2000). Spalling and pore pressure in HPC at high temperatures. *Cement and concrete research*, 30(12), 1915-1927.
- [13] Hager, I., Tracz, T., Choińska, M., & Mróz, K. (2019). Effect of cement type on the mechanical behavior and permeability of concrete subjected to high temperatures. *Materials*, 12(18), 3021.
- [14] Suvorov, S. A., & Skurikhin, V. V. (2003). Vermiculite—a promising material for high-temperature heat insulators. *Refractories and industrial ceramics*, 44(3), 186-193.
- [15] Rashad, A. M. (2016). Vermiculite as a construction material—A short guide for Civil Engineer. *Construction and Building Materials*, 125, 53-62.
- [16] Abidi, S., Joliff, Y., & Favotto, C. (2016). Impact of perlite, vermiculite and cement on the Young modulus of a plaster composite material: experimental, analytical and numerical approaches. *Composites Part B: Engineering*, 92, 28-36.
- [17] Koksall, F., Nazlı, T., Benli, A., Gencel, O., & Kaplan, G. (2021). The effects of cement type and expanded vermiculite powder on the thermo-mechanical characteristics and durability of lightweight mortars at high temperature and RSM modelling. *Case Studies in Construction Materials*, 15, e00709.
- [18] Koksall, F., Gencel, O., & Kaya, M. (2015). Combined effect of silica fume and expanded vermiculite on properties of lightweight mortars at ambient and elevated temperatures. *Construction and Building Materials*, 88, 175-187.
- [19] El-Gamal, S. M. A., Hashem, F. S., & Amin, M. S. (2012). Thermal resistance of hardened cement pastes containing vermiculite and expanded vermiculite. *Journal of Thermal analysis and Calorimetry*, 109(1), 217-226.
- [20] Çelik, Z. (2023). Investigation of the use of ground raw vermiculite as a supplementary cement materials in self-compacting mortars: Comparison with class C fly ash. *Journal of Building Engineering*, 65, 105745.
- [21] Benli, A., Karatas, M., & Toprak, H. A. (2020). Mechanical characteristics of self-compacting mortars with raw and expanded vermiculite as partial cement replacement at elevated temperatures. *Construction and Building Materials*, 239, 117895.

EFFECT OF CALCINED BORON WASTE ADMIXTURE ON HIGH TEMPERATURE PERFORMANCE OF CONCRETE

Research Assistant Emrah TURAN

Atatürk University, emrah.turan@atauni.edu.tr - ORCID ID 0000-0003-2425-6118

Assoc. Prof. Dr. Meral OLTULU

Atatürk University, mroltulu@atauni.edu.tr - ORCID ID 0000-0002-3779-6888

ABSTRACT

This study evaluates the effect of certain proportions of calcined boron waste admixture in concrete mixtures on mechanical properties. Boron waste is a by-product of industrial processes and causes environmental problems in landfills. The aim of this study is to determine the effects of calcined boron waste in concrete on the performance of concrete. Calcined boron waste was added to concrete at 5%, 10% and 15% and compressive and flexural strength tests as well as compressive strength tests after high temperature (200 °C, 400 °C and 600 °C) were performed. Ultrasonic Pulse Velocity (UPWV) changes and mass losses before and after high temperature were also determined. The results obtained show that the low content of boron waste increases the compressive strength of concrete. Particularly, it was observed that 5% admixture positively affected the compressive strength of concrete. In conclusion, this study shows that the use of calcined boron waste in concrete mixtures at certain ratios can increase the mechanical strength of concrete and offer a more environmentally sustainable construction material alternative.

Keywords: Calcined boron waste, concrete, compressive strength, flexural strength

1. GİRİŞ

Boron mineral is a widely used material in many sectors. Approximately 73% in the world's boron reserves are located in Turkey [1]. The known boron deposits of the country are Eskişehir-Kırka, which produces tincal mineral, Kütahya-Emet, Balıkesir-Bigadic and Bursa-Kestelek operations, which produce from colemanite mineral [1]. The 900,000 tons of solid boron-derived waste generated during the production of approximately 1 million tons of boron per year causes both costly storage problems and serious environmental problems [2]. For this reason, various studies have been conducted on the effective utilization of boron-derived clay wastes obtained from Eti Maden Kırka Operation. Boron waste clays are utilized differently in

different environments. Due to the light pozzolanic structure of borax wastes, studies have focused on brick and cement production[3–5] (Olgunvd. 2007; Sevim 2011). Kavas [6]stated that Kırka boron waste can be used as a flux for boron production of red mud bricks.

Previous research has indicated that boron-derived waste can be used at a rate of 5-10 % by weight to replace pegmatite content in wall tile mix [7], that the use of boron-derived waste at a rate of 30 % by weight during red brick production improves brick quality [8], that the boron content of boron-derived waste can be used as a plasticizer in red mud brick production [6], and also that boron-derived waste can be used at low rates in heavy clay ceramics. However, it was emphasized that the addition of higher amounts of boron-derived waste may require a pre-calcination process [9]. It has also been reported that boron-derived waste with reduced B_2O_3 content can be substituted with cement at a rate of 5% by weight in mortars [10]. They investigated the effects of up to 25% boron waste heat treated at 600°C on cement mortar. The 90-day compressive strength was found to be 52 MPa when 5% boron waste was used while the reference mortar was 51 MPa. The compressive strength decreased as the boron waste increased. However, according to the test results, up to 25% boron waste can be used in cement mortar production [11]. However, boron-derived wastes were generally used without heat processing before the production of tiles, heavy clay ceramics and cement mortars.

There are very few studies based on the use of heat treated boron derivative wastes obtained from Eti Maden Kırka Plant in concrete. The main objective of this study is to reduce energy consumption by using heat-treated boron derivative wastes in special concrete production and at the same time to solve environmental problems caused by waste storage.

Boron waste was calcined at 600 °C for 2 hours. The calcined waste was replaced with 5%, 10% and 15% replacement rates by weight in the concrete. All mortars were subjected to compressive and flexural tests at 28 and 180 days for all mortars, as well as high temperatures of 200, 400 and 600°C for 2 hours. Compressive strengths and mass loss rates after high temperature were also determined.

2. MATERIAL and METHODS

CEM I 42.5 R Portland cement produced in accordance with TS EN 197-1 was used in the tests. Boron waste was obtained from Eti Maden Kırka Enterprises. The chemical contents of cement and boron waste are given in Chart 1. The specific gravity of boron waste was determined as 2.44 g/cm³.

Chart 1. Chemical contents of cement and boron waste

Chemical Composition, %	CEM I 42,5 R	Boron Waste
Total SiO ₂	19,84	16,89
Al ₂ O ₃	4,91	1,99
Fe ₂ O ₃	3,52	0,68
CaO	61,65	16,82
MgO	1,33	23,29
SO ₃	2,70	0,44
Loss of ignition	2,73	30,06
Na ₂ O	0	7,76
K ₂ O	0	0,88
CI	0,007	0,03
Insoluble residue	0,95	-

The boron waste was fired in an automatic muffle furnace for 180 minutes after the temperature reached 600°C, taking into account the study by Turan et al. (2023). The effects of the calcined boron waste on concrete were investigated by adding 5-10-15% by weight to the cement.

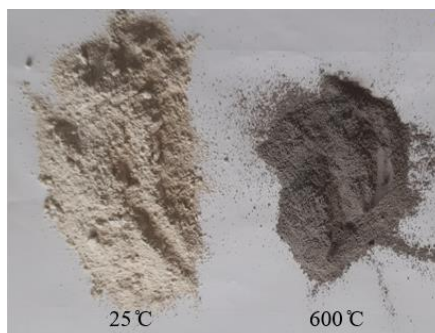


Image 1. Boron waste and its image after calcination

The materials used in 1 m³ concrete production are given in Chart 2. Concrete mix calculation was made according to TS 802 standard. The production of concrete was carried out in accordance with TS EN 206: A1 standard. The specimens were coded for convenience when coding the specimens. The first letter in the coding indicates the calcined boron waste (KB) used and the numerical value indicates the substitution rate. For example; KB0.05: It is the group in which 5% of calcined boron waste is used. In order to ensure homogeneity in the mixtures, firstly dry materials were poured into the mixer and mixed for 1 minute. Half of the mixture water was added to the dry mixture and mixed for 2 minutes, and the remaining half of the mixture water was added to the plasticizer and all of it was slowly poured into the mixer and mixed for another 2 minutes. According to TS EN-206-1 standard, the slump class of the concrete samples was determined to be S4 (160-210 slump value). The concrete mix calculation is given in Chart 2. The test results of each group were calculated by taking the average of 3 samples.

Chart 2. Material quantities for 1000 dm³ concrete

Material		Amount
Cement (kg)		400
Water (kg)		181,4
Super Plasticizer (kg)		4,8
Air (lt)		22,5
Filler (kg)		90,5
Aggregate (kg)	0-2 mm	510,26
	2-4 mm	264,65
	4-8 mm	331,14
	8-16 mm	381,7
	16-25 mm	165,94

Compressive tests at 28 and 180 days were performed on specimens produced by adding 5-10-15 % by weight of calcined boron waste to the cement. The 180-day specimens were exposed to high temperatures at 200, 400 and 600 C for 2 hours and the changes in compressive strength and mass loss were examined. In the compressive tests, the loading speed was taken as 0.5 MPa/s in accordance with TS EN 12390-3/AC.

3. RESEARCH FINDINGS AND EVALUATION

The results of the experiments performed on the specimens doped with calcined boron waste at different rates (5%, 10% and 15%) and the percentages of change compared to the reference group are given in Chart 3. The graph of compressive and flexural strengths is given in Image 2, the graph of compressive strength after high temperature is given in Image 3 and the graph of mass loss is given in Image 4.

The reference specimen group has a density of 2.28 g/cm³, while the CWB5, CWB10, and CWB15 groups have densities of 2.25 g/cm³, 2.21 g/cm³, and 2.21 g/cm³, respectively. These variations in density have a significant impact on the material properties of concrete mixtures. The UPWV value of the reference group was 3.42 km/s, while the other groups were CWB5, 3.07 km/s; CWB10, 3.07 km/s and CWB15 3.44 km/s.

Çizelge 3.

Groups	Flexural Strength	Compressive Strenth					Loss weight, % (after high temperature)		
		28 days	180 days	After Temperature, °C					
				200	400	600	2 0 0	4 0 0	6 0 0
Referans	5,22	44,2	47,9	48	36,8	32,6	0,4	5,2	7,6
CWB5	4,76 (-9)	41,3 (-7)	50,9 (6)	46,2 (-4)	39,9 (8)	32,0 (-2)	0,8	5,7	8,3
CWB10	4,52 (-13)	36,2 (-18)	44,5 (-7)	39,6 (-18)	33,6 (-9)	25,0 (-23)	0,8	5,6	7,8
CWB15	4,54 (-13)	32,4 (-27)	39,8 (-17)	36,1 (-25)	27,2 (-26)	25,2 (-23)	0,9	6,7	9,1

28-day flexural strength of CWB5, CWB10 and CWB15 groups decreased by 9%, 13% and 13%, respectively, compared to the reference group. These results indicate that calcined boron waste has a reducing effect on flexural strength.

Compared to the reference group, the 28-day compressive strength value decreased between 7-27%. These rates indicate that the early age strength developed rapidly. The 180-day compressive strength showed a change between -17% and 6%.

When the rates of decrease in compressive strength after high temperature (200 °C, 400 °C and 600 °C) compared to the reference were examined, a decrease of 4-25% occurred with the exposure of the samples to 200 °C, a change between 26% and 8% with exposure to 400 °C and a decrease of 2-23% with exposure to 200 °C. The mass loss after high temperature decreased by 0.4-0.9% at 200 °C, 5.6-6.7% at 400 °C and 7.8-9.1% at 600 °C in CWB5, CWB10 and CWB15 groups compared to the reference group. These ratios emphasize the large-scale changes in compressive strength after 600°C and emphasize that especially the CWB15 group is more significantly affected under high temperature conditions.

Five groups of concrete specimens were exposed to different temperatures at the end of 180 days and the changes in 28-day compressive strength of these groups were analyzed. Group 1 shows an 8 percent decrease in compressive strength when exposed to 200°C, while Group 2 shows a 15 percent decrease when exposed to 400°C. Group 3 exhibits a 20 percent decrease in compressive strength when exposed to 600°C. The loss of compressive strength of the specimens under this temperature exposure seriously affects the structural integration and durability of the concrete. When Group 4 was considered as a control group, no significant reduction was observed in the unexposed specimens. These results indicate that high temperatures reduce the compressive strength of concrete and adversely affect structural integrity. Understanding the performance of concrete specimens under high temperature exposure is an important factor in structural design and safety analysis for civil engineers.

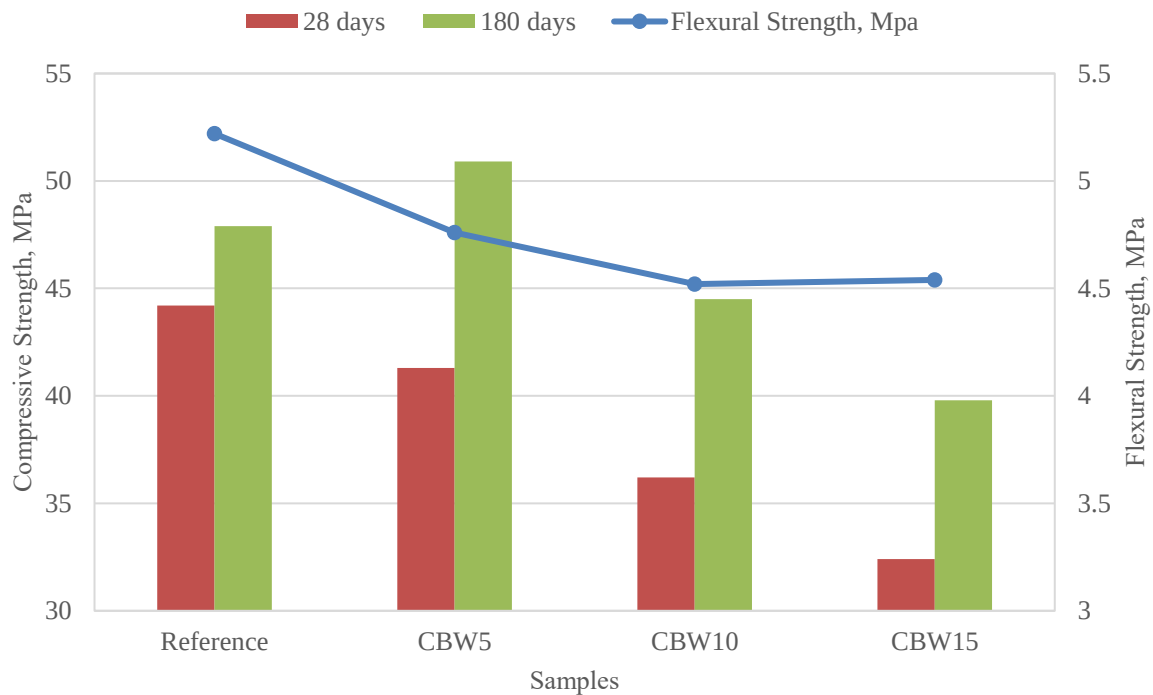


Image 2. Compressive and Flexural Strengths

The use of calcined boron waste as a filler in concrete caused a decrease in 28-day flexural and compressive strengths, but the best compressive strength was obtained in the CWB5 group by gaining strength exceeding the reference concrete in 180-day compressive strengths.

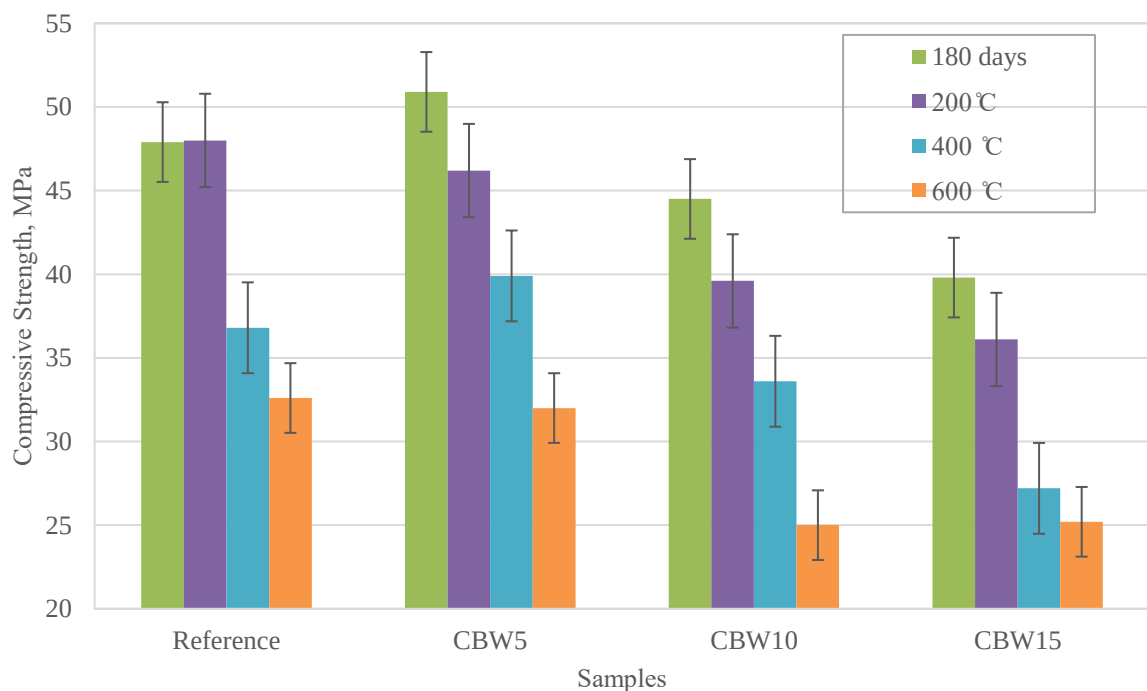


Image 3. Compressive Strengths After High Temperature

At the end of the long term (180 days), the concrete specimens exposed to different temperatures showed a loss of compressive strength compared to the reference for specimens

exposed to 200°C. Similarly, this loss increased in specimens exposed to 400°C, while a significant decrease was observed in specimens exposed to 600°C. These significant decreases in compressive strength due to high temperature exposure can be considered as a result of thermal degradation of the concrete structure and changes in the physical properties of the material. As a result of high temperatures, the CWB5 group showed the best compressive strength among the doped specimens.

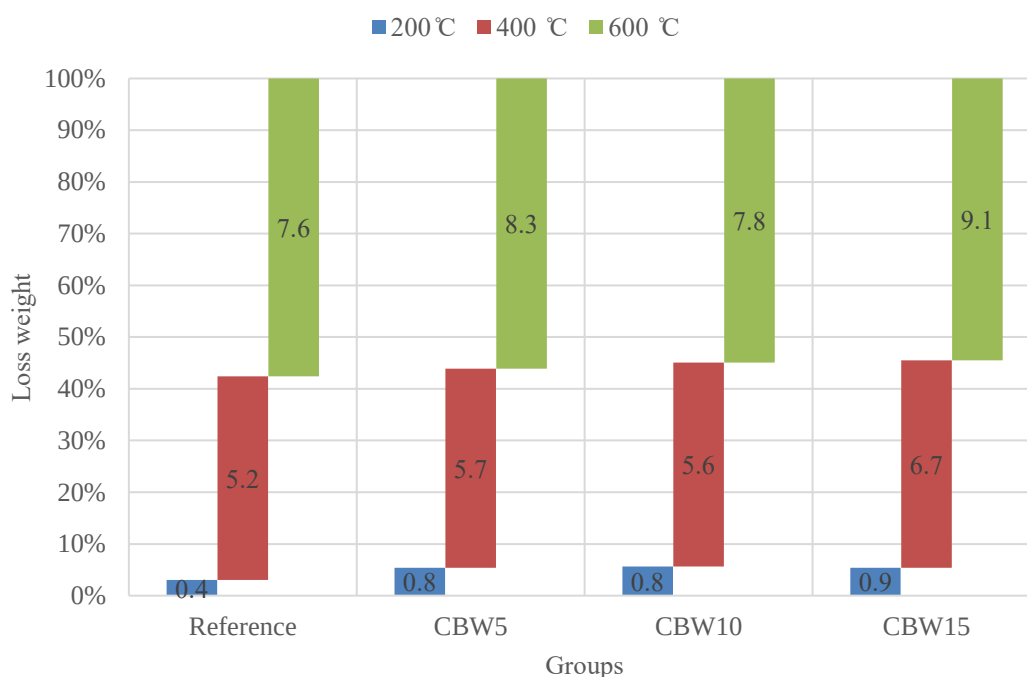


Image 4. Mass Losses After High Temperature

Among the concrete specimens exposed to high temperatures, mass loss rates were the lowest when exposed to 200°C. At 400°C mass loss rate increased and reached the highest rate at 600°C. The lowest mass loss occurred in the reference group at the temperatures tested. These results indicate that high temperature exposure adversely affects the mass stability of concrete with calcined boron waste admixture. Since the mass lost by the concrete specimens under high temperature is an important factor in terms of the capacity of the material to maintain its structural integrity, it seems that the calcined boron waste admixture does not contribute significantly to the mass stability.

4. RESULTS

In this study, density, UPWV, compressive, flexural, compressive strength and mass loss after high temperature were investigated by adding 5-10-15% calcined boron waste to concrete. The main conclusions based on these test results are summarized below.

- The reference sample group has a density value of 2.28 g/cm³. A significant decrease in density values was observed in the calcined boron waste doped groups.
- While the UPWV value of the reference group is 3.42 km/h, the other groups have varying UPWV values according to different calcined boron waste rates.

- With the addition of calcined boron waste, the flexural strength decreased by 9%, 13% and 13% in the 5%, 10% and 15% groups, respectively, compared to the reference.
- Decrease in 28-day compressive strength was observed between 7-27% compared to the reference group. A rapid decrease in early age strength and a more stabilized change in 180-day strength was observed. In 180-day compressive strength, the best performance was obtained in the CWB5 group.
- Significant reductions in compressive strength were observed in specimens exposed to high temperatures. Decreases in compressive strength between 4-25% at 200 °C, between 26% and 8% at 400 °C, and between 2-23% at 600 °C were observed. An increase in mass loss was observed in specimens exposed to high temperatures. Especially after 600°C, a significant mass loss was observed in the CWB15 group. High temperature exposure negatively affected the mass stability of calcined boron waste admixed concrete.

In conclusion, it is observed that calcined boron waste admixed concrete specimens lose performance especially at high temperature exposure and cause a decrease in the capacity to maintain structural integrity.

REFERENCES

- [1] Eti Maden, (2023). <https://www.etimaden.gov.tr/en/boron-in-the-world> (accessed December 15, 2023).
- [2] B. Cicek, Development of glass-ceramics from combination of industrial wastes together with boron mining waste, (2013).
- [3] A. Olgun, T. Kavas, Y. Erdogan, G. Once, Physico-chemical characteristics of chemically activated cement containing boron, *Build Environ.* 42 (2007) 2384–2395.
- [4] M. Ozturk, U.K. Sevim, O. Akgol, E. Unal, M. Karaaslan, Investigation of the mechanic, electromagnetic characteristics and shielding effectiveness of concrete with boron ores and boron containing wastes, *Constr Build Mater.* 252 (2020). <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2020.119058>.
- [5] U.K. Sevim, M. Ozturk, S. Onturk, M. Balcikanli Bankir, Utilization of boron waste borogypsum in mortar, *Journal of Building Engineering.* 22 (2019) 496–503. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2019.01.015>.
- [6] T. Kavas, Use of boron waste as a fluxing agent in production of red mud brick, *Build Environ.* 41 (2006) 1779–1783.
- [7] B. Karasu, G. Kaya, H. Yurdakul, Effect of the Etibor Kırka Borax Company's concentration and derivation wastes on the properties of wall tile body, in: *Proceedings of the 1st International Boron Symposium, 2002: pp. 224–228.*
- [8] T. Uslu, A.I. Arol, Use of boron waste as an additive in red bricks, *Waste Management.* 24 (2004) 217–220.

- [9] A. Christogerou, T. Kavas, Y. Pontikes, S. Koyas, Y. Tabak, G.N. Angelopoulos, Use of boron wastes in the production of heavy clay ceramics, *Ceram Int.* 35 (2009) 447–452.
- [10] I.Y. Elbeyli, Utilization of Industrial borax wastes (BW) for portland cement production, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences.* 28 (2004) 281–287.
- [11] D. Över Kaman, L. Köroğlu, E. Ayas, Y. Güney, The effect of heat-treated boron derivative waste at 600 °C on the mechanical and microstructural properties of cement mortar, *Constr Build Mater.* 154 (2017) 743–751. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.07.209>.

FEKETE-SZEGÖ PROBLEM FOR A SUBCLASS OF ANALYTIC FUNCTIONS ASSOCIATED WITH VAN DER POL NUMBERS

Prof. Dr. Hatun Özlem GÜNEY

University of Dicle, Diyarbakır, TÜRKİYE

ozlemg@dicle.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-3010-7795>

ABSTRACT

In this presentation, we consider Fekete-Szegö problem on a new class of analytic functions associated with van der Pol numbers. Making use of the van der Pol numbers, we obtain the upper bound estimates for the initial Taylor-Maclaurin coefficients and also the Fekete-Szegö functional for functions in this class.

Keywords : Analytic, Fekete-Szegö problem, univalent, Van der Pol number.

1. INTRODUCTION

Let A denote the class of analytic functions of the form

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n \quad (1)$$

in the unit disc $U = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$. Let S denote the subclass of A , which consists of functions of the form (1) that are univalent and normalized by the conditions $f(0) = f'(0) - 1 = 0$ in U .

Consider that the functions f and g are analytic in the unit disc U . An analytic function f is subordinate to an analytic function g , written $f(z) \prec g(z)$, if there is an analytic function $w: U \rightarrow U$ with $w(0) = 0$ satisfying $f(z) = g(w(z))$. In particular, if g is univalent in U , the above subordination is equivalent to $f(0) = g(0)$ and $f(U) \subset g(U)$.

We now recall that a function $f \in A$ maps U onto a starlike domain with respect to $w(0) = 0$ if and only if

$$\frac{zf'(z)}{f(z)} \prec \frac{1+z}{1-z} \quad ; (z \in U). \quad (2)$$

On the other hand, a function $f \in A$ maps U onto a convex domain if and only if

$$1 + \frac{zf''(z)}{f'(z)} \prec \frac{1+z}{1-z} \quad ; (z \in U). \quad (3)$$

It is well known that, if a function $f \in A$ satisfies (2) and (3), then the function f is starlike and convex in U , respectively.

In the year 1933, Fekete and Szegö [7] obtained a sharp bound of the functional $a_3 - \mu a_2^2$ with real μ ($0 \leq \mu \leq 1$) for a univalent function f . Since then, the problem of finding the sharp bounds for the Fekete-Szegö functional of any compact family of functions or for $f \in A$ with any complex μ is known as the classical Fekete-Szegö problem (see, for details, [8, 9, 10]).

Van der Pol defined and studied in [1] the sequence $\{\wp_n\}_{n \geq 0}$ by using the function

$$\Re(z) = \frac{z^3}{6[z(e^z + 1) - 2(e^z - 1)]} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\wp_n}{n!} z^n \quad ; z \in U.$$

These numbers were later called as van der Pol numbers and utilized in the process of unsmoothing a smoothed function of three variables. The analogous of these numbers for functions of onevariable are the Bernoulli numbers. The author of [2] showed that the van der Pol numbers are connected to the Rayleigh function, and Rayleigh function is defined in terms of the zeros of the Bessel function that has been investigated by various authors such as Kishore [4, 5], Carlitz [6], and others. Howard [3] also defined generating function for the van der Pol polynomials and found that these polynomials have same properties such as Euler and Bernoulli polynomials.

The first four values of van der Pol numbers were calculated as (see [2])

$$\wp_0 = 1, \quad \wp_1 = -\frac{1}{2}, \quad \wp_2 = \frac{1}{5}, \quad \wp_3 = -\frac{1}{20},$$

thus we have

$$\Re(z) = 1 - \frac{1}{2}z + \frac{1}{10}z^2 - \frac{1}{120}z^3 + \dots$$

The function $\Re$ given by $\Re(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\wp_n}{n!} z^n$ is analytic in U and it maps U onto a convex domain included in the right half plane,

Now, we define the new family $\Upsilon(\alpha, \lambda; \Re)$:

Definition 1.1 For $\alpha \geq 1$, $\lambda \geq 1$; $f \in A$ is in the class $\Upsilon(\alpha, \lambda; \Re)$ if

$$\alpha \left(\frac{[(zf'(z))']^\lambda}{f'(z)} \right) + (1-\alpha) \frac{1}{f'(z)} < \Re(z) ; z \in U . \quad (4)$$

To prove our main result, we state the following lemma:

Lemma 1.1 [11] Let $\wp$ be the class of all analytic functions p of the form $p(z) = 1 + \sum_{n=1}^{\infty} p_n z^n$ satisfying $\Re(p(z)) > 0$ and $p(0) = 1$. Then $|p_n| \leq 2$. This inequality is sharp for each n .

Lemma 1.2 [9] If the function $p \in \wp$ is given by $p(z) = 1 + \sum_{n=1}^{\infty} p_n z^n$, and v is a complex number, then

$$|p_2 - v p_1^2| \leq 2 \max\{1, |2v - 1|\}.$$

The result is sharp for the functions

$$p(z) = \frac{1+z^2}{1-z^2}, \quad p(z) = \frac{1+z}{1-z}.$$

2. MAIN RESULTS

Our first result is as follows.

Theorem 2.1 Let $\alpha \geq 1$, $\lambda \geq 1$ and $f \in A$ given by (1). If $f \in \Upsilon(\alpha, \lambda; \Re)$, then

$$|a_2| \leq \frac{1}{4(2\alpha\lambda - 1)} \quad (5)$$

and

$$|a_3| \leq \frac{1}{6(3\alpha\lambda - 1)} \max \left\{ 1, \left| \frac{1}{5} - \frac{2\alpha\lambda(\lambda-2)+1}{2(2\alpha\lambda - 1)^2} \right| \right\} . \quad (6)$$

Proof : Define the function $p(z)$ by

$$p(z) = \frac{1+w(z)}{1-w(z)} = 1 + p_1 z + p_2 z^2 + \dots$$

or, equivalently

$$w(z) = \frac{p(z)-1}{p(z)+1} = \frac{1}{2} p_1 z + \frac{1}{2} \left(p_2 - \frac{p_1^2}{2} \right) z^2 + \dots \quad (7)$$

Then the function $p(z)$ is analytic in U with $p(0) = 1$. Since $w: U \rightarrow U$, then $p(z)$ has a positive real part in U , so $|p_n| \leq 2$. Thus

$$\Re(w(z)) = 1 - \frac{p_1}{4}z + \left(-\frac{p_2}{4} + \frac{3}{20}p_1^2\right)z^2 + \left(-\frac{p_3}{4} + \frac{3}{10}p_1p_2 - \frac{17}{192}p_1^3\right)z^3 + \dots \quad (8)$$

If $f \in \Upsilon(\alpha, \lambda; \Re)$, then there is a Schwarz function $w(z)$ such that

$$\alpha \left(\frac{[(zf'(z))']^\lambda}{f'(z)} \right) + (1-\alpha) \frac{1}{f'(z)} = \Re(w(z)); \quad z \in U. \quad (9)$$

Since

$$\begin{aligned} & \alpha \left(\frac{[(zf'(z))']^\lambda}{f'(z)} \right) + (1-\alpha) \frac{1}{f'(z)} \\ &= 1 + 2(2\alpha\lambda - 1)a_2z + [3(3\alpha\lambda - 1)a_3 + 4(2\alpha\lambda(\lambda - 2) + 1)a_2^2]z^2 + \dots, \end{aligned} \quad (10)$$

equating the corresponding coefficients of z in (8) and (10), we have

$$-\frac{p_1}{4} = 2(2\alpha\lambda - 1)a_2, \quad (11)$$

$$-\frac{p_2}{4} + \frac{3}{20}p_1^2 = 3(3\alpha\lambda - 1)a_3 + 4(2\alpha\lambda(\lambda - 2) + 1)a_2^2 \quad (12)$$

or, equivalently, we have

$$a_2 = -\frac{p_1}{8(2\alpha\lambda - 1)}, \quad (13)$$

$$a_3 = -\frac{1}{12(3\alpha\lambda - 1)} \left\{ p_2 - p_1^2 \left(\frac{3}{5} + \frac{2\alpha\lambda(\lambda - 2) + 1}{4(2\alpha\lambda - 1)^2} \right) \right\}. \quad (14)$$

Therefore, by Lemma 1.1 and Lemma 1.2 we get

$$|a_2| \leq \frac{1}{4(2\alpha\lambda - 1)}$$

and

$$|a_3| \leq \frac{1}{6(3\alpha\lambda - 1)} \max \left\{ 1, \left| \frac{1}{5} - \frac{2\alpha\lambda(\lambda - 2) + 1}{2(2\alpha\lambda - 1)^2} \right| \right\}$$

respectively.

By Lemma 1.2, we state our second result as follows.

Theorem 2.2 Let $\alpha \geq 1$, $\lambda \geq 1$. For any $\mu \in \mathbb{R}$, if $f \in \Upsilon(\alpha, \lambda; \mathbb{R})$, then

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \frac{1}{6|3\alpha\lambda - 1|} \max \left\{ 1, \left| \frac{1}{5} - \frac{8\alpha\lambda(\lambda-2)+4+3\mu(3\alpha\lambda-1)}{8(2\alpha\lambda-1)^2} \right| \right\}.$$

Proof Using (13) and (14) and for $\mu \in \mathbb{R}$, we have

$$\begin{aligned} a_3 - \mu a_2^2 &= -\frac{1}{12(3\alpha\lambda-1)} \left\{ p_2 - p_1^2 \left(\frac{3}{5} - \frac{2\alpha\lambda(\lambda-2)+1}{4(2\alpha\lambda-1)^2} \right) \right\} - \mu \frac{p_1^2}{64(2\alpha\lambda-1)^2} \\ &= -\frac{1}{12(3\alpha\lambda-1)} \left\{ p_2 - p_1^2 \left(\frac{3}{5} - \frac{2\alpha\lambda(\lambda-2)+1}{4(2\alpha\lambda-1)^2} - \mu \frac{12(3\alpha\lambda-1)}{64(2\alpha\lambda-1)^2} \right) \right\}. \end{aligned}$$

So, by Lemma 1.2, we obtain

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \frac{1}{6|3\alpha\lambda - 1|} \max \left\{ 1, \left| \frac{1}{5} - \frac{8\alpha\lambda(\lambda-2)+4+3\mu(3\alpha\lambda-1)}{8(2\alpha\lambda-1)^2} \right| \right\}.$$

This is required result.

REFERENCES

- [1] Van Der Pol, B., Smoothing and \unsmoothing". In: Probability and Related Topics in Physical Sciences (M. Kac, ed.), New York, Interscience, 1959, pp. 223-235.
- [2] Howard, F. T., The van der Pol numbers and a related sequence of rational numbers, Math. Nachr. 42 (1969), 89-102.
- [3] Howard, F. T., Factors and roots of the van der Pol polynomials, Proc. Amer. Math. Soc. 55 (1975), 1-8.
- [4] K1shore, N., The Rayleigh function, Proc. Amer. Math. Soc. 14 (1963), 527-533.
- [5] K1shore, N., The Rayleigh polynomial, Proc. Amer. Math. Soc. 15 (1964), 911-917.
- [6] Carlitz, L., A sequence of integers related to the Bessel functions, Proc. Amer. Math. Soc. 14 (1963).
- [7] Fekete, M. Szego G., Eine Bemerkung Uber ungerade schlichte Funktionen, J. London Math. Soc., s1-8 (1933), 85–89. doi: 10.1112/jlms/s1-8.2.85.
- [8] Srivastava H. M., Operators of basic (or q-) calculus and fractional q-calculus and their applications in geometric function theory of complex analysis, Iran. J. Sci. Technol. Trans. A: Sci., 44 (2020), 327–344.

- [9] Srivastava H. M., Raza N., AbuJarad E. S. A., Srivastava G., AbuJarad M. H., Fekete-Szegö inequality for classes of (p, q) -starlike and (p, q) -convex functions, *Rev. Real Acad. Cienc. Exactas Fis. Natur. Ser. A Mat. (RACSAM)*, 113 (2019), 3563–3584.
- [10] W. C. Ma and D. Minda, A unified treatment of some special classes of functions, In: *Proceedings of the Conference on Complex Analysis, Tianjin, 1992*, 157 - 169, Conf. Proc. *Lecture Notes Anal.* 1. Int. Press, Cambridge, MA, 1994.
- [11] Duren, P. L. *Univalent Functions*, Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften, Band 259, Springer- Verlag, New York, Berlin, Heidelberg and Tokyo, 1983.

A NEW SUBCLASS OF BI-UNIVALENT FUNCTIONS CONNECTED WITH THE MILLER-ROSS-TYPE POISSON DISTRIBUTION RELATED TO GREGORY COEFFICIENTS

Prof. Dr. Hatun Özlem GÜNEY

University of Dicle, Diyarbakır, TÜRKİYE

ozlemg@dicle.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-3010-7795>

ABSTRACT

The Miller–Ross-type Poisson distribution is an important model for plenty of real-world applications. In this presentation, we introduce a new subclass of bi-univalent functions connected with Miller-Ross-type Poisson distribution related to Gregory coefficients. We obtain estimates on the first two Taylor-Maclaurin coefficients for functions in this class.

Key words: Gregory coefficient, bi-univalent function, analytic function, Miller-Ross function.

INTRODUCTION

Let A denote the class of analytic functions of the form

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n \quad (1)$$

in the unit disc $U = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$. Let S denote the subclass of A , which consists of functions of the form (1) that are univalent and normalized by the conditions $f(0) = f'(0) - 1 = 0$ in U .

Consider that the functions f and g are analytic in the unit disc U . An analytic function f is subordinate to an analytic function g , written $f(z) \prec g(z)$, if there is an analytic function $w: U \rightarrow U$ with $w(0) = 0$ satisfying $f(z) = g(w(z))$. In particular, if g is univalent in U , the above subordination is equivalent to $f(0) = g(0)$ and $f(U) \subset g(U)$.

It is well known that every function $f \in S$ has an inverse f^{-1} , which is defined by

$$f^{-1}(f(z)) = z; \quad z \in U$$

and

$$f(f^{-1}(w)) = w; \quad |w| < r_0(f) \quad \text{and} \quad r_0(f) \geq \frac{1}{4},$$

where the inverse function f^{-1} is given by

$$g(w) = f^{-1}(w) = w - a_2 w^2 + (2a_2^2 - a_3) w^3 - (5a_2^3 - 5a_2 a_3 + a_4) w^4 + \dots = w + \sum_{n=2}^{\infty} b_n w^n. \quad (2)$$

Then we say that the function $f \in S$ is said to be bi-univalent in U if both f and f^{-1} are univalent in U . Let Σ denote the class of bi-univalent functions in U given by (1). The aforementioned work of Srivastava et al. [22] essentially revived the investigation of various subclasses of bi-univalent function class Σ in recent years. Recently, many authors investigated bounds for various subclasses of bi-univalent functions. Not much is known about the bounds on general coefficient $|a_n|$ for $n \geq 4$. (see [1-21])

Gregory coefficients, also known as reciprocal logarithmic numbers, Bernoulli numbers of the second kind, or Cauchy numbers of the first kind, are decreasing rational numbers $1/2, 1/12, 1/24, 19/720, \dots$, which are similar in their role to the Bernoulli numbers and appear in a large number of problems, especially in those related to the numerical analysis and to the number theory. They first appeared in the works of the Scottish mathematician James Gregory in 1671 and were subsequently rediscovered many times. Among the famous mathematicians who rediscovered them, we find Laplace, Mascheroni, Fontana, Bessel, Clausen, Hermite, Pearson and Fisher. Furthermore, Gregory's coefficients can rightly be considered one of the most frequently rediscovered in mathematics (the last rediscovery dates back to our century), the reason for which in literature we can find them under various names (e.g. reciprocal logarithmic numbers, Bernoulli numbers of the second kind, Cauchy numbers, etc.). For the same reason, their authorship is often attributed to various mathematicians. In this paper, authors considered the generating function of the Gregory coefficients G_n (see [23, 24]) as follows:

$$\frac{z}{\ln(1+z)} = \sum_{n=0}^{\infty} G_n z^n \quad (|z| < 1).$$

Clearly, G_n for some values of n as

$$G_0 = 1, G_1 = \frac{1}{2}, G_2 = -\frac{1}{12}, G_3 = \frac{1}{24}, G_4 = -\frac{19}{720}, G_5 = \frac{3}{160} \text{ and } G_6 = -\frac{863}{60480}.$$

In [25], S.Kazımoğlu et.al introduced a new class of analytic functions which is related with starlike functions and generating function of Gregory coefficients.

Let $\Phi_{v,c}(z)$ the Miller-Ross function [26] (also see [27, 28, 29, 30] defined by

$$\Phi_{v,c}(z) = z^v \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(dz)^n}{\Gamma(n+v+1)} \quad (v, d, z \in \mathbb{C}). \quad (3)$$

Let $E_{\alpha,\beta}(z)$ be the two parameters of the Mittag-Leffler function [18]

$$E_{\alpha,\beta}(z) = \frac{1}{\Gamma(\beta)} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{z^n}{\Gamma(\alpha n + \beta)} \quad (\alpha, \beta \in \mathbb{C}, \operatorname{Re}(\alpha) > 0, \operatorname{Re}(\beta) > 0). \quad (4)$$

It can be also written as

$$\mathbf{E}_{\alpha,\beta}(z) = \frac{1}{\Gamma(\beta)} + \sum_{n=2}^{\infty} \frac{z^{n-1}}{\Gamma(\alpha(n-1)+\beta)} \quad (z, \alpha, \beta \in \mathbb{C}, \operatorname{Re}(\alpha) > 0, \operatorname{Re}(\beta) > 0). \quad (5)$$

For $\beta = 1$, the function $\mathbf{E}_{\alpha}(z)$ was introduced by Mittag-Leffler [32] and is, therefore, known as the Mittag-Leffler function. Consequently many researchers have worked on the generalization of Mittag-Leffler function see for example [33-36].

Very recently, Şeker et.al. [30, 31] introduced a power series whose coefficients are Miller-Ross-type Poisson distribution as follows:

$$\Upsilon_{v,d}^m(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} \frac{m^v(dm)^{n-1}}{\Gamma(n+v)\Phi_{v,d}(m)} z^n$$

where $v > -1$, $d > 0$. Furthermore, by convolution we consider

$$\mathbf{I}_{v,d}^m f(z) = \Upsilon_{v,d}^m(z) * f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} \frac{m^v(dm)^{n-1}}{\Gamma(n+v)\Phi_{v,d}(m)} a_n z^n \quad (6)$$

where $v > -1$, $d > 0$.

In this presentation, we introduce a new subclass of bi-univalent functions connected with Miller-Ross-type Poisson distribution related to Gregory coefficients. We obtain estimates on the first two Taylor-Maclaurin coefficients for functions in this class.

1. MAIN RESULTS

We begin by defining the new subclass $\Omega_{\Sigma}^{\beta,\gamma}$ involving Miller-Ross-type Poisson distribution related to Gregory coefficients.

Definition 2.1 A function $f(z) \in \Sigma$ given by (1) is said to be in the class $\Omega_{\Sigma}^{\beta,\gamma}$ if the following subordinations are satisfied:

$$(1-\gamma+2\beta)\frac{\mathbf{I}_{v,d}^m f(z)}{z} + (\gamma-2\beta)(\mathbf{I}_{v,d}^m f(z))' + \beta z(\mathbf{I}_{v,d}^m f(z))'' \prec G(z) \quad (7)$$

and

$$(1-\gamma+2\beta)\frac{\mathbf{I}_{v,d}^m g(w)}{w} + (\gamma-2\beta)(\mathbf{I}_{v,d}^m g(w))' + \beta w(\mathbf{I}_{v,d}^m g(w))'' \prec G(w) \quad (8)$$

where $\gamma, \beta \geq 0$ and the function the function $g = f^{-1}$ is given by (2).

We recall the following lemma to prove our main result:

Lemma 2.1 [24] If $w(z) = \sum_{n=1}^{\infty} p_n z^n$ is analytic in the unit open disc U with $w(0) = 0, |w(z)| < 1$ then $|p_1| \leq 1$; $|p_n| \leq 1 - |p_1|^2$; $n > 1$.

Now, we give our main result.

Theorem 2.1 Let f be given by (1) belongs to the class $\Omega_{\Sigma}^{\beta, \gamma}$. Then

$$|a_2| \leq \frac{\Gamma(2+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m)\sqrt{3\Gamma(3+\nu)}}{\sqrt{\left| m^\nu(dm)^2 \left(6(1+2\beta+2\gamma)(\Gamma(2+\nu))^2 \Phi_{\nu,d}^m(m) + 14(1+\gamma)^2 m^\nu \Gamma(3+\nu) \right) \right|}}$$

and

$$|a_3| \leq \frac{\Gamma(3+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m)}{4(1+2\beta+2\gamma)m^\nu(dm)^2} + \frac{(\Gamma(2+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m))^2}{32(1+\gamma)^2 m^{2\nu}(dm)^2}.$$

Proof: Since $f \in \Omega_{\Sigma}^{\beta, \gamma}$, there exist two analytic functions u and v in U with $u(0) = v(0) = 0$, and $|u(z)| < 1, |v(w)| < 1$ for all $z, w \in U$ given by $u(z) = \sum_{n=1}^{\infty} c_n z^n$ and $v(w) = \sum_{n=1}^{\infty} d_n w^n$. From Lemma 2.1 we have

$|c_n| \leq 1$ and $|d_n| \leq 1$. In view of (7) and (8) we have

$$(1-\gamma+2\beta)\frac{\mathbf{I}_{\nu,d}^m f(z)}{z} + (\gamma-2\beta)\left(\mathbf{I}_{\nu,d}^m f(z)\right)' + \beta z\left(\mathbf{I}_{\nu,d}^m f(z)\right)'' = G(u(z)) \quad (9)$$

and

$$(1-\gamma+2\beta)\frac{\mathbf{I}_{\nu,d}^m g(w)}{w} + (\gamma-2\beta)\left(\mathbf{I}_{\nu,d}^m g(w)\right)' + \beta w\left(\mathbf{I}_{\nu,d}^m g(w)\right)'' = G(v(w)). \quad (10)$$

After some simple calculations, we deduce

$$G(u(z)) = 1 + \frac{c_1}{4}z + \frac{1}{48}(-7c_1^2 + 12c_2)z^2 + \dots \quad (11)$$

$$G(v(w)) = 1 + \frac{d_1}{4}w + \frac{1}{48}(-7d_1^2 + 12d_2)w^2 + \dots \quad (12)$$

Thus, upon comparing the corresponding coefficients in (9) - (11) and (10) - (12), we have

$$(1+\gamma) \frac{m^v(dm)}{\Gamma(2+v)\Phi_{v,d}^m(m)} a_2 = \frac{c_1}{4} \quad (13)$$

$$(1+2\beta+2\gamma) \frac{m^v(dm)^2}{\Gamma(3+v)\Phi_{v,d}^m(m)} a_3 = \frac{1}{48}(-7c_1^2+12c_2) \quad (14)$$

and

$$-(1+\gamma) \frac{m^v(dm)}{\Gamma(2+v)\Phi_{v,d}^m(m)} a_2 = \frac{d_1}{4} \quad (15)$$

$$(1+2\beta+2\gamma) \frac{m^v(dm)^2}{\Gamma(3+v)\Phi_{v,d}^m(m)} (2a_2^2 - a_3) = \frac{1}{48}(-7d_1^2+12d_2). \quad (16)$$

From (13) and (15), we get

$$c_1 = -d_1 \quad (17)$$

and

$$2(1+\gamma)^2 \frac{m^{2v}(dm)^2}{(\Gamma(2+v)\Phi_{v,d}^m(m))^2} a_2^2 = \frac{c_1^2 + d_1^2}{16} \quad (18)$$

i.e.,

$$a_2^2 = \frac{(\Gamma(2+v)\Phi_{v,d}^m(m))^2}{32(1+\gamma)^2 m^{2v}(dm)^2} (c_1^2 + d_1^2).$$

If we add (14) and (16) we obtain

$$2(1+2\beta+2\gamma) \frac{m^v(dm)^2}{\Gamma(3+v)\Phi_{v,d}^m(m)} a_2^2 = \frac{1}{4}(c_2 + d_2) - \frac{7}{48}(c_1^2 + d_1^2). \quad (19)$$

After calculations, we have

$$a_2^2 = \frac{3\Gamma(3+v)(\Gamma(2+v)\Phi_{v,d}^m(m))^2 (c_2 + d_2)}{4(m^v(dm)^2 (6(1+2\beta+2\gamma)(\Gamma(2+v))^2 \Phi_{v,d}^m(m) + 14(1+\gamma)^2 m^v\Gamma(3+v)))}. \quad (20)$$

Then taking the absolute value to the above equation and from $|c_n| \leq 1$ and $|d_n| \leq 1$, we find

$$|a_2| \leq \frac{\Gamma(2+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m)\sqrt{3\Gamma(3+\nu)}}{\sqrt{m^\nu(dm)^2\left(6(1+2\beta+2\gamma)(\Gamma(2+\nu))^2\Phi_{\nu,d}^m(m)+14(1+\gamma)^2m^\nu\Gamma(3+\nu)\right)}}$$

which gives the bound for $|a_2|$.

Now, to estimate the bound for $|a_3|$, we can use (14) and (16)

$$2(1+2\beta+2\gamma)\frac{m^\nu(dm)^2}{\Gamma(3+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m)}(a_3-a_2^2)=\frac{1}{4}(c_2-d_2)-\frac{7}{48}(c_1^2-d_1^2). \quad (21)$$

From (17) and (18), we have

$$|a_3| \leq \frac{\Gamma(3+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m)}{4(1+2\beta+2\gamma)m^\nu(dm)^2} + \frac{(\Gamma(2+\nu)\Phi_{\nu,d}^m(m))^2}{32(1+\gamma)^2m^{2\nu}(dm)^2}$$

which gives the bound for $|a_3|$.

REFERENCES

1. Amourah, A.; Frasin, B.A.; Abdeljawad, T. Fekete-Szegö inequality for analytic and bi-univalent functions subordinate to Gegenbauer polynomials. *J. Funct. Spaces* 2021, 2021, 5574673.
2. Amourah, A.; Frasin, B.A.; Murugusundaramoorthy, G.; Al-Hawary, T. Bi-Bazilevič functions of order $\vartheta + i\delta$ associated with (p, q) -Lucas polynomials. *AIMS Math.* 2021, 6, 4296–4305.
3. Attiya, A.A. Some applications of Mittag-Leffler function in the unit disk. *Filomat* 2016, 30, 2075–2081.
4. Bansal, D.; Prajapat, J.K. Certain geometric properties of the Mittag-Leffler functions. *Complex Var. Elliptic Equ.* 2016, 61, 338–350.
5. Frasin, B.A.; Aouf, M.K. New subclass of bi-univalent functions. *Appl. Math. Lett.* 2022, 24, 1569–1573.
6. Frasin, B.A.; Al-Hawary, T.; Yousef, F. Some properties of a linear operator involving generalized Mittag-Leffler function. *Stud. Univ. Babeş-Bolyai Math.* 2020, 65, 67–75.
7. Frasin, B.A.; Swamy, S.R.; Nirmala, J. Some special families of holomorphic and Al-Oboudi type bi-univalent functions related to k -Fibonacci numbers involving modified sigmoid activated function. *Afr. Mat.* 2021, 32, 631–643.
8. Garg, M.; Manohar, P.; Kalla, S.L. A Mittag-Leffler-type function of two variables. *Integral Transform. Spec. Funct.* 2013, 24, 934–944.
9. Murugusundaramoorthy, G.; Bulboacă, T. Subclasses of Yamakawa-type Bi-starlike functions associated with gegenbauer polynomials. *Axioms* 2022, 11, 92.

10. Guney, Hatun Özlem. Coefficient Bounds for Analytic bi-Bazilevic Functions Related to Shell-like Curves Connected with Fibonacci Numbers. *Sahand Communications in Mathematical Analysis* 16.1 2019: 149-160.
11. Lewin, M. On a coefficient problem for bi-univalent functions. *Proc. Am. Math. Soc.* 1967, 18, 63–68.
12. Long, P.; Liu, J.; Gangadharan, M.; Wang, W. Certain subclass of analytic functions based on q -derivative operator associated with the generalized Pascal snail and its applications. *AIMS Math.* 2022, 7, 13423–13441. *Mathematics* 2022, 10, 2462.
13. Güney, H. O., Murugusundaramoorthy, G., & Vijaya, K. Initial Coefficient Bounds For Subclasses Of Bi-Univalent Functions Associated With The Chebyshev Polynomials. *Advanced Studies In Contemporary Mathematics*, 2018. 28(3), 401-412.
14. Swamy, S.R. Coefficient bounds for Al-Oboudi type bi-univalent functions based on a modified sigmoid activation function and Horadam polynomials. *Earthline J. Math. Sci.* 2021, 7, 251–270.
15. Swamy, S.R.; Bulut, S.; Sailaja, Y. Some special families of holomorphic and Sălăgean type bi-univalent functions associated with Horadam polynomials involving modified sigmoid activation function. *Hacet. J. Math. Stat.* 2021, 50, 710–720.
16. Tan, D.L. Coefficient estimates for bi-univalent functions. *Chin. Ann. Math. Ser. A* 1984, 5, 559–568.
17. Tang, H.; Deng, G.; Li, S. Coefficient estimates for new subclasses of Ma-Minda bi-univalent functions. *J. Ineq. Appl.* 2013, 2013, 317.
18. Wiman, A. Über die Nullstellun der Funcktionen $E(x)$. *Acta Math.* 1905, 29, 217-134.
19. Yousef, F.; Alroud, S.; Illafe, M. A comprehensive subclass of bi-univalent functions associated with Chebyshev polynomials of the second kind. *Boletín Soc. Matemática Mex.* 2019, 26, 329–339.
20. Yousef, F.; Amourah, A.; Frasin, B.A.; Bulboaca, T. An Avant-Garde Construction for Subclasses of Analytic Bi-Univalent Functions. *Axioms* 2022, 11, 267.
21. Yousef, F.; Alroud, S.; Illafe, M. New subclasses of analytic and bi-univalent functions endowed with coefficient estimate problems. *Anal. Math. Phys.* 2021, 11, 58 .
22. H.M.,Srivastava, A.K. Mishra, P. Gochhayat, Certain subclasses of analytic and bi-univalent functions. *Appl. Math. Lett.* (2010), 23: 1188-1192.
23. Berezin, I.S., Zhidkov, N.P.: *Computing Methods*. Pergamon (1965).
24. Phillips, G.M.: Gregory's method for numerical integration. *Amer. Math. Monthly* 79(3), 270–274 (1972)
25. Kazımoğlu, S., Deniz, E. & Srivastava, H.M. Sharp Coefficients Bounds for Starlike Functions Associated with Gregory Coefficients. *Complex Anal. Oper. Theory* 18, 6 (2024).
26. Miller, K.S.; Ross, B. *An Introduction to the Fractional Calculus and Fractional Differential Equations*; John Wiley and Sons: New York, NY, USA, 1993.
27. Kazımoğlu, S. Partial Sums of The Miller–Ross Function. *Turkish J. Sci.* Vol. 2021, 6, 167–173.
28. Cerutti, R.A. The Generalized k - α -Miller–Ross Function. *Nonlinear Anal. Differ. Equ.* 2016, 4, 455–465.
29. Eker, S.S.; Ece, S. Geometric Properties of the Miller–Ross Functions. *Iran. J. Sci. Technol. Trans. Sci.* 2022, 46, 631–636.

30. B. Seker, S. Sumer Eker, and B. Cekic, On subclasses of analytic functions associated with Miller-Ross-type Poisson distribution series, *Sahand Communications in Mathematical Analysis (SCMA)*, in press.
31. B. Seker, S. Sumer Eker, and B. Cekic, Certain Subclasses Of Analytic Functions Associated With Miller-Ross-Type Poisson Distribution Series, *Honam Mathematical J.* 44 (2022), No. 4, pp. 504–512
32. Mittag-Leffler, G. M. (1903). Sur la nouvelle fonction $E\alpha(x)$. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 137, 554-558.
33. Agarwal, R. P. (1953). A propos d'une note de M. Pierre Humbert. *CR Acad. Sci. Paris*, 236(21), 2031-2032.
34. Gradshteyn, I. S., & Ryzhik, I. M. (1980). *Table of integrals, series, and products*. New York: Academic Press, 8, 362.
35. P. Humbert, (1953), Quelques resultants relatifs a la fonction de Mittag-Leffler, *Comptes Rendus de L'Academie Des Sciences*, 236 1467–1468.
36. Humbert, P., & Agarwal, R. P. (1953). Sur la fonction de Mittag-Leffler et quelques-unes de ses généralisations. *Bull. Sci. Math*, 77(2), 180-185.

LYRA TEORİDE BARROW HOLOGRAFİK KARANLIK ENERJİ MODELİNİN İNCELENMESİ

Dr. Arzu AKTAŞ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü,
aktas_arzu@hotmail.com - 0000-0001-9571-8012

Doç. Dr. Sezgin AYGÜN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, saygun@comu.edu.tr -
0000-0002-2969-4295

ÖZET

Son gözlemler ve çalışmalar, evrenin şu anda sadece genişlemekle kalmayıp aynı zamanda hızlandığını göstermektedir. Bu hızlanan genişlemeyi açıklamak için çeşitli alternatif kütle çekim teorileri önerilmiştir. Bunlardan bazıları $f(R)$ teorisi, $f(G)$ teorisi, $f(Q)$ teorisi ve Lyra teorisi. Evrenin hızlanarak genişlemesine karanlık enerji adı verilen bir enerjinin neden olduğu da düşünülmektedir. Son yıllarda Holografik Karanlık Enerji (HKE) modeli olarak adlandırılan ve holografik prensibe dayanan yeni bir karanlık enerji modeli önerilmiştir. Bu çalışmada, Barrow holografik karanlık enerjisinin homojen izotropik genel Friedmann-Robertson-Walker (FRW) evrenindeki davranışı, alternatif bir kütle çekim teorisi olan Lyra teorisi çerçevesinde incelenmiştir. Bu amaçla, Lyra teorisindeki alan denklemleri elde edilmiş ve doğrusal olarak değişen yavaşlama parametresi bu denklemlerin tam çözümünü elde etmek için kullanılmıştır. Durum denklemi parametresinin ve tüm fiziksel değişkenlerin zamana bağlı davranışları grafikler yardımıyla incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Lyra Teori, Barrow Holografik Karanlık Enerji, FRW metriği.

1. GİRİŞ

Hassas Kozmoloji ölçümleri [1], evrenin hızlandırılmış bir faz genişlemesi yaşadığını kesin olarak göstermiştir [2]. Ancak, bu mekanizmanın yakıtı henüz bilinmemekle birlikte, farklı açıklamalara zemin hazırlamaktadır. Geçici açıklamalar temel olarak iki sınıfa ayrılabilir: bir tarafta, alternatif yerçekimi teorileri, Genel Görelilik'te Einstein – Hilbert etkisinin geometrik kısmını değiştirerek bulmacayı çözmeyi amaçlar [3]. Diğer tarafta ise Karanlık Enerji. Karanlık Enerji, evrenin genişlemesini hızlandırdığına inanılan, ancak doğrudan gözlemlenemeyen ve anlaşılamayan gizemli bir enerji türüdür. Gözlemlenebilir evrenin kütsel içeriğini anlamak ve evrenin genişlemesini ölçmek için kullanılan çeşitli gözlemler, evrenin genişlemesinin yavaşlaması gerekirken, aslında hızlandığını göstermiştir. Karanlık enerji, evrenin enerji içeriğinin büyük bir kısmını oluşturduğu düşünülen bir

kavramdır. Ancak, bu enerji türünün doğası hakkında çok az şey bilinmektedir. Teorik fizikte, karanlık enerji, evrenin kütsel çekiminden kaynaklanan bir enerji türü olarak düşünülür, ancak bu konseptin doğası ve kökeni büyük ölçüde bilinmemektedir. Karanlık enerji, evrenin genişlemesindeki bu hızlanmanın anlaşılması için önemli bir konudur ve astrofizikçilerin ve evren bilimcilerin üzerinde çalıştığı bir araştırma alanıdır. Bilim insanları, karanlık enerjinin doğasını anlamak ve evrenin gelecekteki evrimini tahmin etmek için çeşitli gözlemler ve matematiksel modeller kullanmaktadırlar. Ancak, bu alandaki bilgi kesin değildir ve karanlık enerji hakkındaki birçok soru hala yanıtsızdır. Öte yandan, madde sektöründe yeni serbestlik dereceleri tanımlanabilir ve bu da dinamik Karanlık Enerji modellerine yol açabilir. Bu bağlamda, büyük ölçüde aşağıdaki bir yaklaşım, holografik ilkenin kozmolojik ölçeklerde kullanımına dayanan Holografik Karanlık Enerji modelidir [4].

Holografik Karanlık Enerji, yerçekimi – termodinamik varsayım çizgilerinde, evrenin serbestlik derecesini Bekenstein-Hawking entropisi tarafından kodlanan bir hologram olarak tanımlar. Bu doğrultuda, Holografik Karanlık Enerji tarafından Tsallis, Kaniadakis ve Barrow entropileri evrenin genişlemesini açıklamak için umut verici bir çerçeve sunmaktadır. Holografik Karanlık Enerji; fiziksel sistemlerin serbestlik derecelerinin sayısının, hacimleriyle değil sınırladıkları alan ile orantılı olduğunu öne süren Holografik İlkeye dayanır. Barrow Holografik Karanlık Enerji ise genelleştirilmiş Barrow entropisi ve kızılötesi (IR) olay ufku ile ortaya atılan yeni bir Holografik Karanlık Enerji modelidir.

Genel göreliliğin evrenin evrimindeki aşamalara tatmin edici bir açıklama getirmedeki sınırlılıkları, araştırmacıları çeşitli hipotezler benimsemeye ve bunların sonuçlarını bu bağlamda incelemeye yöneltmiştir [5]. Bu hipotezler arasında evrene başka geometrik ya da fiziksel alanlar atfedenler de bulunmaktadır [5]. Bu tür teorilerin, kendileriyle ilişkili bir dizi matematiksel ve fiziksel yönü ortaya çıkarması beklenmektedir. Einstein'ın genel görelilik teorisi kütle çekiminin geometrik tanımına dayandığından, birçok araştırmacı kütle çekiminin geometrikleştirilmesi fikrini elektromanyetizmanın geometrik bir tanımını içerecek şekilde genelleştirmiştir [5]. Kütle çekimi, elektromanyetik alanlar ve diğer bazı alanların birleştirilmesi amacıyla Riemann geometrisinde değişiklikler yapılmıştır. Alternatif gravitasyon teorisi olarak ta bilinen bu teoriler, Lyra teorisi, Creation Field teorisi, Brans-Dicke teorisi, f(R) teorisi, f(R,T) teorisi vb. olarak sayılabilir. Lyra'da [6] bir yer değiştirme alanına yol açan yapısız manifolda bir gösterge fonksiyonu eklemek için böyle bir modifikasyon önermiştir. Bu çalışmada genel FRW metriği alınarak Holografik karanlık enerji adaylarından biri olan Barrow holografik karanlık enerji modeli alternatif gravitasyon teorilerinden biri olan Lyra teorisi çerçevesinden incelenecektir.

2. LYRA TEORİDE ALAN DENKLEMLERİ ve ÇÖZÜMLERİ

Lyra teorideki Einstein alan denklemleri aşağıdaki gibidir [7].

$$R_{ij} - \frac{1}{2} R g_{ij} + \frac{3}{2} \left(\Phi_i \Phi_j - \frac{1}{2} g_{ij} \Phi_k \Phi^k \right) = -T_{ij} \quad (1)$$

Burada R_{ij} Ricci Tensörü, R Ricci skaleri, g_{ij} metrik tensör, T_{ij} enerji-momentum tensörü ve Φ_i ise yer değiştirme vektörüdür. Bu çalışmada yer değiştirme vektörü $\Phi_i = (0,0,0,\beta(t))$ şeklinde alınmıştır. (1) denkleminin sol tarafının kovaryant türevi alınırsa geometrik kısmın korunum denklemi olarak bilinir ve aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$\left(R_i^k - \frac{1}{2}Rg_i^k\right)_{;k} + \frac{3}{2}(\Phi_i\Phi^k)_{;k} - \frac{3}{4}(\Phi_j\Phi^jg_i^k)_{;k} = 0 \quad (2)$$

$(\mathbf{r}, \theta, \phi, t)$ küresel koordinatlarda homojen – izotropik FRW metriğinin genel formu aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$ds^2 = A(t)^2 \left(\frac{dr^2}{1 - \kappa r^2} + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2 \theta d\phi^2 \right) - dt^2 \quad (3)$$

şeklindedir. Burada κ bir sabit olup, $\kappa = -1$ için açık evren modeli, $\kappa = 0$ için düz evren modeli ve $\kappa = 1$ için kapalı evren modelini elde edilir. Holografik karanlık enerji durumunda, karanlık madde ve karanlık enerji ikili akışkan olarak dikkate alınır. Barrow entropisine dayalı holografik karanlık enerji, son yıllarda ilgi görmektedir [8]. Barrow entropisi yardımıyla Barrow holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu [8]:

$$\rho_{DE} = CH^{2-\delta} \quad (4)$$

şeklinde tanımlıdır. Burada C bir sabit ve H Hubble parametresidir. δ ise $0 \leq \delta \leq 1$ aralığında değerler alan bir sabittir [8]. Bu çalışmada evrenin hem madde hem de holografik karanlık enerji olarak bilinen varsayımsal bir akışkan ile dolu olduğu varsayılmıştır. ρ_{DE} , Barrow holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu, ρ_m maddenin enerji yoğunluğu ve p basınç olmak üzere, maddenin ve karanlık enerjinin enerji – momentum tensörleri sırasıyla

$$T_{ij}^m = \rho_m u_i u_j$$

Ve

$$T_{ij}^{DE} = (\rho_{DE} + p)u_i u_j + p g_{ij}$$

Olap, toplam enerji – momentum tensörü

$$T_{ij} = T_{ij}^m + T_{ij}^{DE} = (\rho_m + \rho_{DE} + p)u_i u_j + p g_{ij} \quad (5)$$

şeklinde yazılabilir [5]. (2), (4) ve (5) denklemlerinden, Lyra teorideki alan denklemleri,

$$\frac{2\ddot{A}}{A} + \left(\frac{\dot{A}}{A}\right)^2 + \frac{\kappa}{A^2} + \frac{3\beta^2}{4} = -p \quad (6)$$

$$3\left(\frac{\dot{A}}{A}\right)^2 + \frac{3\kappa}{A^2} - \frac{3\beta^2}{4} = \rho_{DE} + \rho_m \quad (7)$$

şeklinde elde edilir. Burada nokta zaman koordinatına göre adi türevi ifade etmektedir. (3) ve (4) denklemlerinden korunum denklemi

$$A\dot{\beta} + 3\beta\dot{A} = 0 \quad (8)$$

olarak elde edilir. (6) – (8) denklem sistemi, beş bilinmeyenli üç denklemden oluşan bir sistemdir. Bu denklem sisteminin tam çözümünü elde edebilmek için iki ilave denkleme daha ihtiyaç vardır. İlave denklem olarak öncelikle everenin ivmelenip ivmelenmediğini gösteren frenleme parametresi kullanılabilir. Bu çalışmada aşağıdaki gibi tanımlı zamanla lineer olarak değişen frenleme parametresi ilave denklem olarak alınabilir.

$$q = \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{H}\right) - 1 = -kt + m - 1 \quad (9)$$

Burada k ve m birer sabittir [9]. Eğer (9) denklemi çözülürse,

$$H = \left(\frac{2}{-kt^2 + 2mt + 2c_1}\right)^{\frac{1}{m}} \quad (10)$$

Hubble parametresi elde edilir. Burada c_1 integral sabitidir. Genelliği bozmaksızın $c_1 = 0$ alınabilir. Bu durumda Hubble parametresi aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$H = \frac{\dot{A}}{A} = \left(\frac{2}{t(2m - kt)}\right)^{\frac{1}{m}} \quad (11)$$

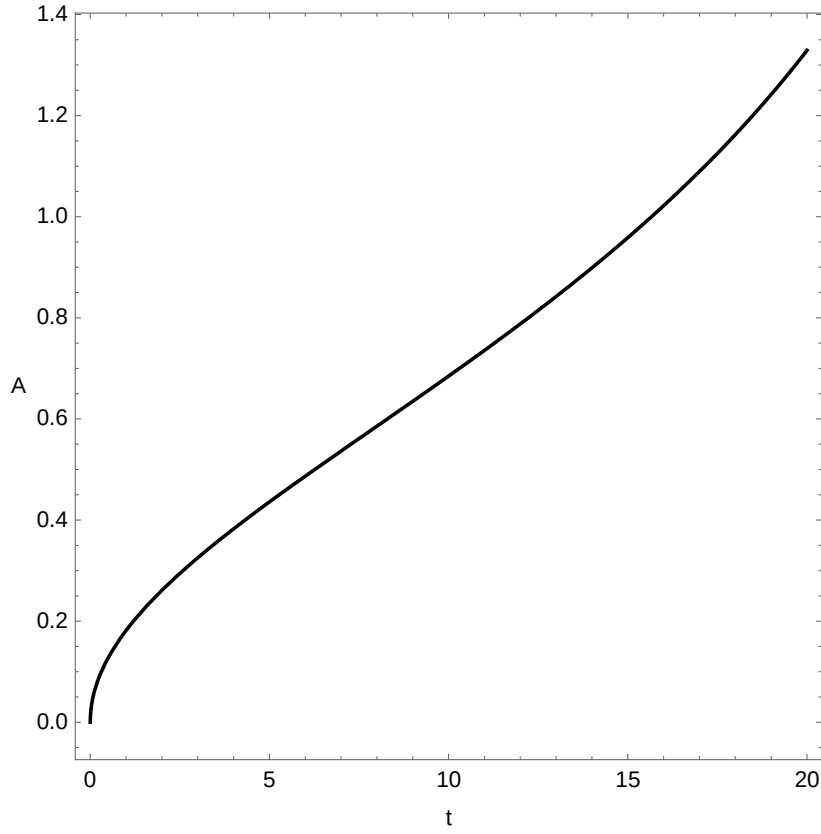
(11) denklemden metrik potansiyeli A aşağıdaki gibi elde edilir.

$$A = c_2 \left(\frac{kt}{kt - 2m}\right)^{\frac{1}{m}} \quad (12)$$

c_2 bir integral sabiti olup, genelliği bozmaksızın $c_2 = 1$ alınırsa, metrik potansiyeli

$$A = \left(\frac{kt}{kt - 2m}\right)^{\frac{1}{m}} \quad (13)$$

olarak yazılabilir. Genel olarak bu çalışmada grafik çizdirilirken $k = 0.1277$, $m = 2$, $c_3 = 1$, $C = 1.1$ değerleri kullanılmıştır. Metrik potansiyeli A 'nın zamanla değişim grafiği Görsel 1'de verilmiştir.

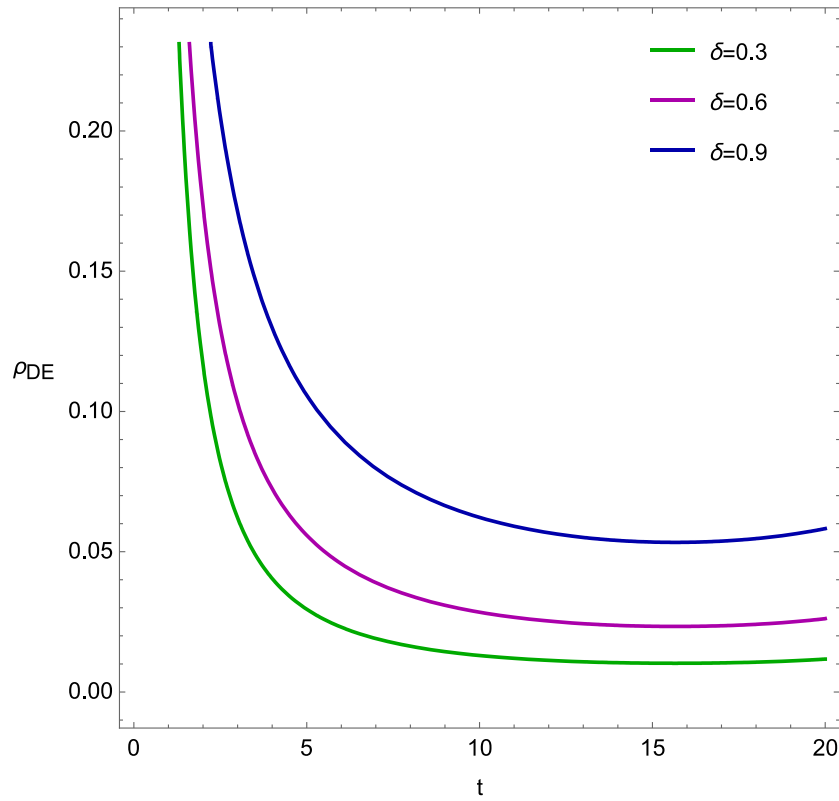


Görsel 1. Metrik potansiyel – zaman grafiği

Denklemlerini çözebilmek için ikinci ilave denklem olarak (4) denklemi ile verilen Barrow Holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu değeri kullanılabilir. (10) denklemi ve (4) denkleminde yerine yazılırsa, Barrow holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu,

$$\rho_{DE} = C \left(\frac{2}{(2m - kt)t} \right)^{2-\delta} \quad (14)$$

Şeklinde elde edilir. Barrow holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğunun çeşitli δ değerleri için zamana göre değişim grafiği Görsel 2’de sunulmuştur.



Görsel 2. Çeşitli δ değerleri için Barrow HKE – zaman grafiği

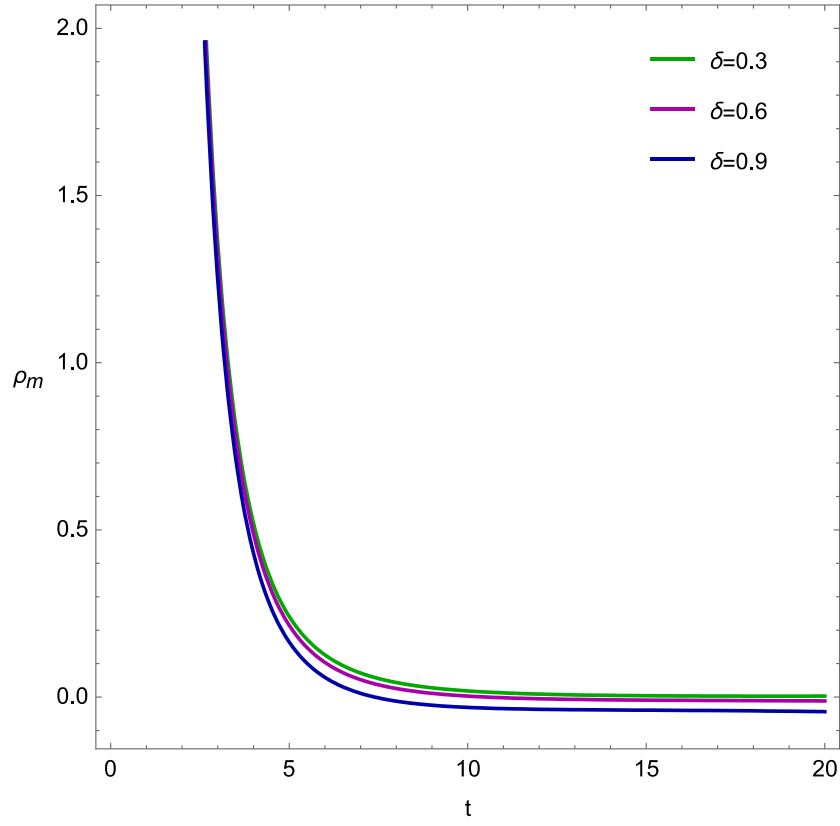
(6), (7) ve (13) denklemlerinden maddenin basıncı ve maddenin enerji yoğunluğu aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$p = \frac{8m - 8kt - 12}{(kt - 2m)^2 t^2} - \frac{3t^{-\frac{6}{m}}(kt - 2m)^{\frac{6}{m}} c_3^2}{4} - \left(-\frac{kt}{kt - 2m}\right)^{-\frac{2}{m}} \kappa \quad (15)$$

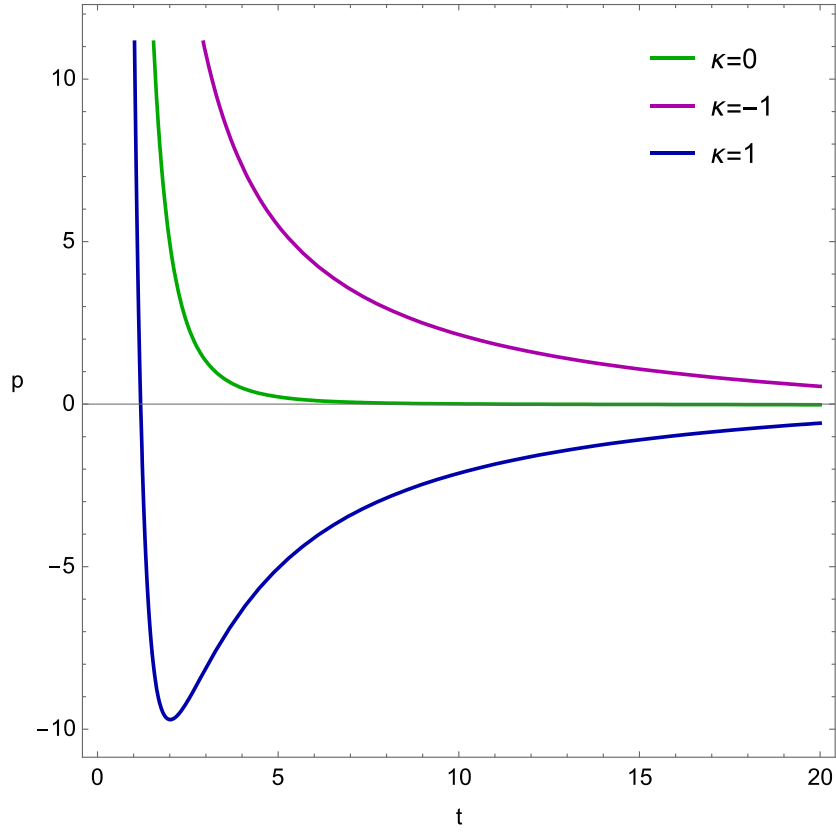
ve

$$\rho_m = \frac{-4C \left(-\frac{2}{t(kt - 2m)}\right)^{-\delta} + 12}{(kt - 2m)^2 t^2} - \frac{3t^{-\frac{6}{m}}(kt - 2m)^{\frac{6}{m}} c_3^2}{4} + 3 \left(-\frac{kt}{kt - 2m}\right)^{-\frac{2}{m}} \kappa \quad (16)$$

Burada c_3 keyfi bir sabittir. Basıncın ve maddenin enerji yoğunluğunun zamana göre değişim grafikleri Görsel 3 ve Görsel 4’de verilmiştir.



Görsel 3. Çeşitli δ değerleri için maddenin enerji yoğunluğu – zaman grafiği

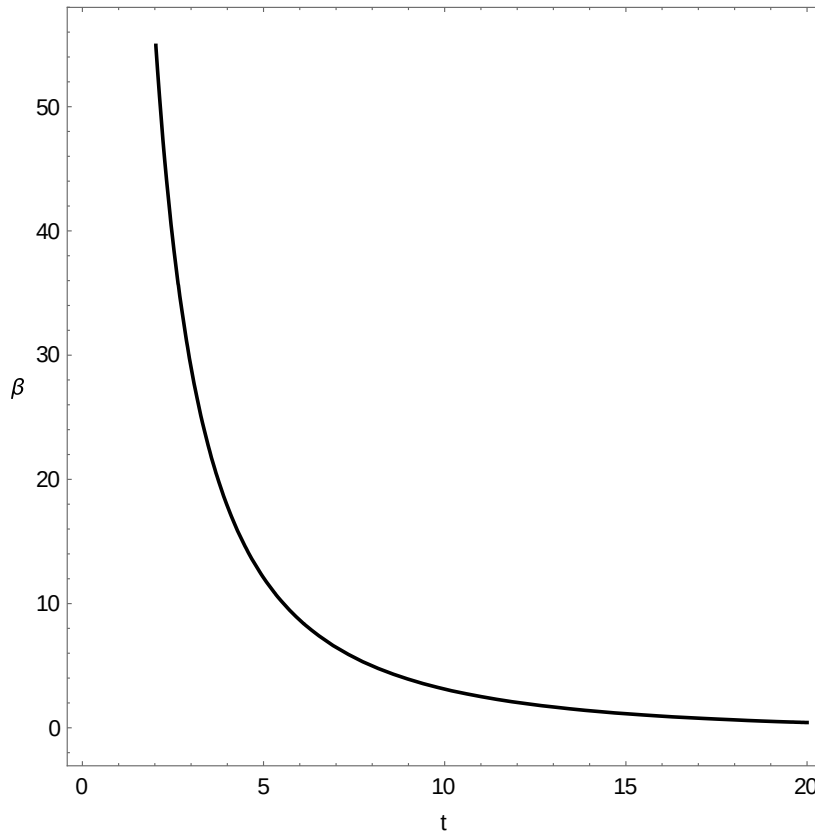


Görsel 4. Çeşitli κ değerleri için basınç – zaman grafiği

(8) ve (13) denklemlerinden yer değiştirme vektörünün bileşeni ise

$$\beta = c_3 \left(\frac{kt - 2m}{t} \right)^{\frac{3}{m}} \quad (17)$$

olarak bulunur. Görsel 5'te yer değiştirme vektörü – zaman grafiği sunulmuştur.



Görsel 5. Yer değiştirme vektörü – zaman grafiği

3. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Bu çalışmada, küresel koordinatlarda homojen ve izotropik genel FRW metriğinde Barrow holografik karanlık enerji dağılımı, alternatif gravitasyon teorilerinden biri olan Lyra teorisi çerçevesinde çalışılmıştır. Barrow holografik karanlık enerjisinin enerji yoğunluğu ve frenleme parametresi Lyra teorideki Einstein alan denklemlerinin tam çözümlerini elde etmek için kullanılmıştır. A metrik potansiyelinin zamanla arttığı Görsel 1’deki grafikten görülmektedir. Metrik potansiyelinin zamanla artması bize evrenin genişleyen evren modeli olduğunu göstermektedir. Görsel 2, Barrow HKE’nin enerji yoğunluğunun zamanla azaldığını göstermektedir. Barrow HKE’nin enerji yoğunluğunun zamanla azalması δ değeri ile ters orantılı şekilde olmaktadır. Maddenin enerji yoğunluğu da zamanla azalmakta ve sıfıra yaklaşmaktadır. Görsel 3 incelendiğinde, maddenin enerji yoğunluğunun Barrow HKE’nin enerji yoğunluğundan daha dramatik şekilde azaldığı gözlenmektedir. Görsel 4’te yer alan basınç grafiğinde kapalı evren modeli ($\kappa = 1$) için basıncın başlangıçta pozitif değerler aldığı, zamanla negatif değer alıp, sıfıra yakınsadığı görülmektedir. Düz ve açık evren modelleri durumunda ise basıncın azalarak sıfıra yakınsamaktadır. Yer değiştirme vektörünün bileşeni olan β terimi de zamanla azalarak etkisini kaybetmektedir (bkz. görsel 5). Bu çalışma kapsamında incelenen Barrow HKE modeli, yukarıda belirtilen özelliklerinden dolayı ivmelenerek genişleyen evren ile uyumlu şekilde davranmaktadır.

REFERENCES

- [1] Primack, Joel R. (2007). "Precision Cosmology: Successes and Challenges". Nuclear Physics B Proceedings Supplements. 173. 1-5.
- [2] Riess, Adam G., Filippenko, Alexei V., Challis, Peter, Clocchiatti, Alejandro, Diercks, Alan, Garnavich, Peter M., Gilliland, Ron L., Hogan, Craig J., Jha, Saurabh, Kirshner, Robert P., Leibundgut, B., Phillips, M. M., Reiss, David, Schmidt, Brian P., Schommer, Robert A., Smith, R. Chris, Spyromilio, J., Stubbs, Christopher, Suntzeff, Nicholas B., and Tonry, John (1998). "Observational Evidence from Supernovae for an Accelerating Universe and a Cosmological Constant". The Astronomical Journal. 116. 1009-1038.
- [3] Capozziello, Salvatore and de Laurentis, Mariafelicia (2011). "Extended Theories of Gravity". Physics Reports. 509. 167-321.
- [4] Nojiri, Shin'ichi and Odintsov, Sergei D. (2006). "Unifying phantom inflation with late-time acceleration: scalar phantom-non-phantom transition model and generalized holographic dark energy". General Relativity and Gravitation. 38. 1285-1304.
- [5] Ram, Shri and Verma, M. K. (2022). "Dynamics of Bianchi type-VI0 anisotropic dark energy cosmological model with massive scalar field in Lyra manifold". Indian Journal of Physics. 96. 1269-1275.
- [6] Lyra, G., Über eine modifikation der riemannschen geometrie. Mathematische Zeitschrift, 54(1), 52–64, 1951.
- [7] Sen, D. K., A static cosmological model. Zeitschrift fur Physik, 149(3), 311-323, 1957.
- [8] E. N. Saridakis, "Barrow holographic dark energy". Physical Review D 102 (2020), 123525.
- [9] Akarsu, Özgür and Dereli, Tekin (2012). "Cosmological Models with Linearly Varying Deceleration Parameter". International Journal of Theoretical Physics. 51. 612-621.

FRW EVRENİ İÇİN BARROW HOLOGRAFİK KARANLIK ENERJİ MODELİ

Dr., Arzu AKTAŞ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü,
aktas_arzu@hotmail.com - 0000-0001-9571-8012

Doç. Dr., Sezgin AYGÜN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, saygun@comu.edu.tr -
0000-0002-2969-4295

ÖZET

Modern kozmolojik kanıtlar ışığında evrenimizin ivmelenerek genişlediği görülmüştür. Bu olguya sebep olan olayın çözümü için en ideal adaylardan biri negatif basınçlı Karanlık Enerji modelleridir. Karanlık enerjinin doğası ve kozmolojik kökeni ise hala bir sır olarak karşımıza çıkmaktadır. Karanlık enerji olgusunu açıklamak için çeşitli modeller sunulmuştur. Bu çalışmada Barrow holografik karanlık enerjisinin homojen ve izotrop Friedmann-Robertson-Walker (FRW) evrenindeki davranışı Genel Rölativite Teorisi çerçevesinde incelenmiştir. Bu amaçla Einstein alan denklemleri elde edilmiş ve bu denklemlerin kesin çözümünü elde etmek için evrenin ivmelenip ivmelenmediğini gösteren parametrelerden biri olan frenleme parametresi kullanılmıştır. Durum denklemi ve frenleme parametresi yardımıyla sonuçlar elde edilmiş ve evren dinamiklerinin zamana bağlı davranışları grafikler yardımıyla araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Barrow Holografik Karanlık Enerji, Frenleme Parametresi, FRW uzay – zaman.

1. GİRİŞ

Evrenin nasıl oluştuğu ve evrimi insanoğlunun temel merakı ve araştırma konusu olmuştur. Bu nedenle evrenin oluşumunu ve yapısını anlamak için sürekli araştırma ve gözlemler yapılmış, çeşitli teoriler ortaya atılmıştır. Bu teorilerden biri de yaygın olarak kabul gören Büyük Patlama (Big Bang) teorisidir. 1920'li yıllarda ortaya atılan bu teoriye göre evren, yaklaşık 13,8 milyar yıl önce aşırı yoğun ve sıcak bir noktadan oluşmuştur. Einstein'ın 1916 yılında yayınlanan Genel Rölativite Teorisi, uzay-zaman geometrisi ile madde arasındaki ilişkiyi açıklayan en önemli teorilerden biridir. Bu teori ortaya atıldığında evrenin statik olduğu düşüncesi hakimdi. Ancak gözlem sonuçları bu algılarla çelişmektedir. Evrenin genişleme hızı, hislerimizin aksine azalmak yerine hızlanarak artmaktadır [1]. Bu sebeple, bilim insanları tarafından evrenin hızla genişlemesinin nedenleri yoğun olarak araştırılmaya başlanmıştır. En yaygın görüş, evrenin hızlanarak genişlemesine yerçekimi kuvvetine zıt yönde hareket eden ve etkisi daha yoğun olan bir enerjinin neden olduğu düşüncesidir. Yerçekimine zıt yönde hareket eden bu enerjiye karanlık enerji adı verilmiştir. Teorik ve gözlemsel olarak yapılan çalışmalar ışığında yaklaşık

olarak evrenin %68'inin karanlık enerji, %27'sinin ise karanlık madde tarafından kaplandığı gözlemlenmiştir [2]. Kozmik rastlantı problemiyle ortaya atılan ve holografi ilkesine dayanan Holografik karanlık enerji son yıllarda oldukça ilgi çekmiştir. Holografi ilkesine göre fiziksel sistemlerin serbestlik derecelerinin sayısı, hacimleriyle değil sınırladıkları alan ile orantılıdır. Holografik ilke herhangi bir olay ufku içindeki tüm bilgilerin sınırları içerisinde tanımlanabileceğini söyler. Cohen vd. karanlık enerjinin holografi ilkesine uyması ve kızılötesi-(infrared -IR) tarafından sınırlandırılması gerektiğini öne sürmüştür [3]. Böylelikle, evrenin hızlanan bir genişleme fazından geçtiğini açıklamak üzere yeni bir Holografik karanlık enerji modeli olan Barrow Holografik Karanlık Enerji ortaya atılmıştır. Holografik karanlık enerji durumunda, karanlık madde ve karanlık enerji ikili bir akışkan olarak kabul edilir. Holografik karanlık enerji, en yaygın formülasyonunda, Hubble ufkunu IR kesintisi olarak alır. Barrow entropisine dayalı HKE son yıllarda büyük ilgi görmüştür [4]. Barrow entropisi yardımıyla elde edilen Barrow holografik karanlık enerji yoğunluğu şu şekilde tanımlanır [4]:

$$\rho_{DE} = cH^{2-\delta} \quad (1)$$

burada c ve δ birer sabit olup ve H Hubble parametresidir. δ , $0 \leq \delta \leq 1$ aralığında değerler alır [4]. Bu çalışmada evrenimizin büyük çoğunluğunu oluşturan ve yapısı halen daha tam olarak karanlık enerji türlerinden biri olan Barrow holografik karanlık enerji modeli FRW uzay-zamanı için Genel Rölativite teorisi çerçevesinde araştırılmıştır.

2. ALAN DENKLEMLERİ ve ÇÖZÜMLERİ

Evrenin yapısını ve kütleçekimsel etkileşimleri büyük ölçekte açıklayan Einstein alan denklemleri tensörel formda aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$R_{ij} - \frac{1}{2}Rg_{ij} = -T_{ij} \quad (2)$$

Kartezyen koordinatlarda düz FRW metriği aşağıdaki şekilde tanımlıdır.

$$ds^2 = -A(t)^2 dx^2 - A(t)^2 dy^2 - A(t)^2 dz^2 + dt^2 \quad (3)$$

Burada $A(t)$ zaman bağlı metrik potansiyeldir. İncelediğimiz evren modelinde evrenin hem maddeyle hem de holografik karanlık enerji olarak bilinen varsayımsal bir sıvıyla dolu olduğu, yani etkileşimde olduğu kabul edilmiştir. Bu durumda toplam enerji momentum tensörü şu şekildedir:

$$T_{ij} = (\rho_{DE} + \rho_m + p)u_i u_j - p g_{ij} \quad (4)$$

burada ρ_{DE} , ρ_m ve p sırasıyla Barrow holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu, maddenin enerji yoğunluğu ve basıncı gösterir [5]. (2) - (4) denklemlerinden Einstein alan denklemleri aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$\frac{2\ddot{A}}{A} + \left(\frac{\dot{A}}{A}\right)^2 = -p \quad (5)$$

$$3\left(\frac{\dot{A}}{A}\right)^2 = \rho_{DE} + \rho_m \quad (6)$$

Burada nokta, zamana göre adi türevi ifade etmektedir. Dört bilinmeyen ve iki denklemden oluşan bu denklem sisteminin tam çözümünü elde etmek için iki tane daha yardımcı denkleme ihtiyaç vardır. İlave denklem olarak, (1) denklemini ile verilen Barrow Holografik karanlık enerjisinin enerji yoğunluğunu kullanabiliriz. İkinci olarak evrenin genişleme hızını gösteren Hubble parametresini alabiliriz. Bu çalışmada Hubble parametresini aşağıdaki formda alınmıştır.

$$H = \frac{\dot{A}}{A} = \frac{b}{\sqrt{t+a}} \quad (7)$$

burada, a ve b reel sabitlerdir [5]. Eğer (7) denklemini çözülürse, metrik potansiyeli A aşağıdaki gibi elde edilir.

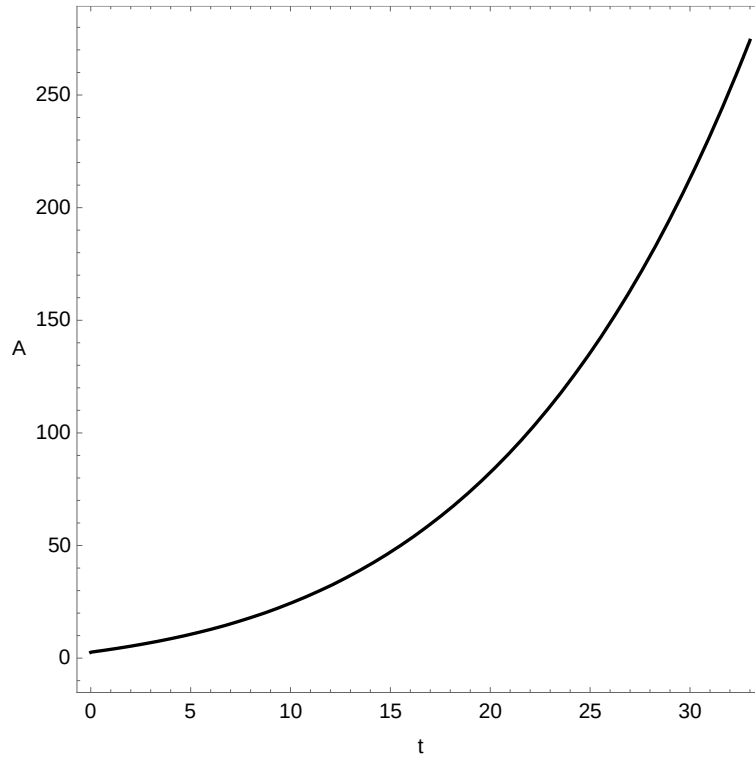
$$A = c_1 e^{2b\sqrt{t+a}} \quad (8)$$

Burada c_1 pozitif keyfi integral sabitidir. Bu çalışmada elde edilen fiziksel ve kinematik niceliklerin grafikleri çizdirilirken sabitlerin değeri için aşağıdaki Çizelge 1’de verilen değerler kullanılmıştır.

Çizelge 1. Grafik çiziminde kullanılan sabitlerin değerleri

a	b	c	c_1
1.0000	0.4814	0.8	1

Görsel 1’de metrik potansiyelinin zamana göre değişim grafiği verilmiştir.

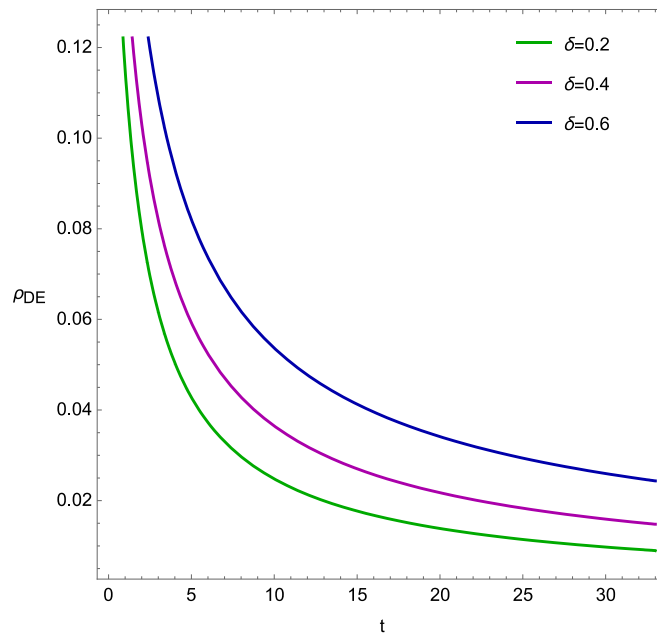


Görsel 1. Metrik potansiyelinin zamana göre değişimi

(1) ve (7) denklemlerinden Barrow holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu,

$$\rho_{DE} = b^{2-\delta} c (t + a)^{\frac{\delta}{2}-1} \quad (9)$$

şeklinde elde edilir. Görsel 2’de $\delta = 0.2$, $\delta = 0.4$ ve $\delta = 0.6$ değerleri için Barrow holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğunun zamana göre değişim grafiği sunulmuştur.



Görsel 2. Çeşitli δ değerleri için Barrow HKE enerji yoğunluğunun zamana göre değişimi

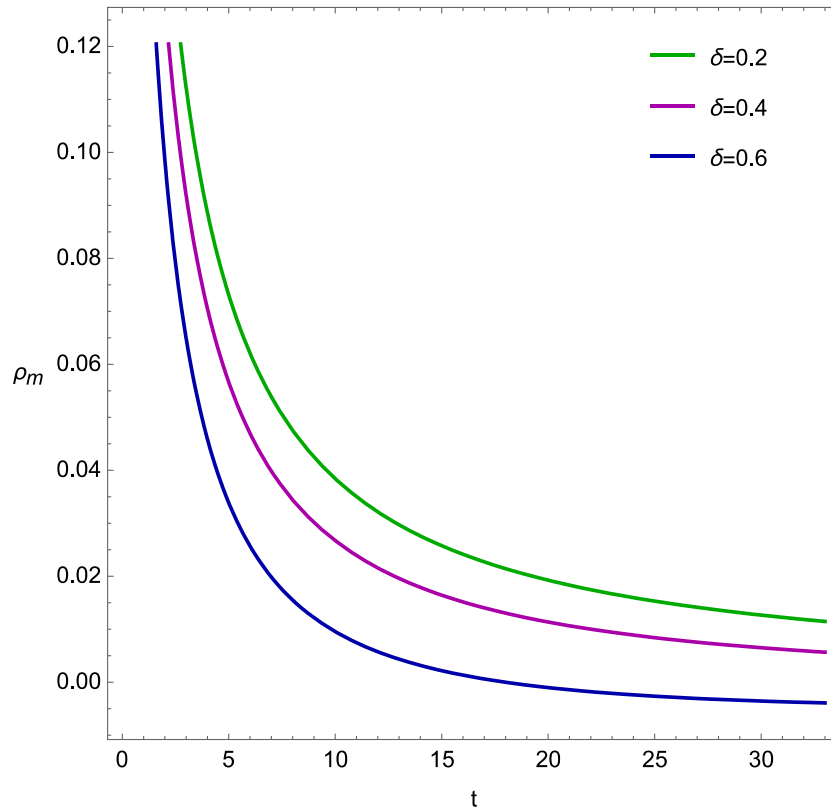
Eğer (8) ve (9) denklemleri (5) ve (6) denklemlerinde yerine yazılırsa, maddenin enerji yoğunluğu ve basıncı aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\rho_m = - \frac{\left(b^{-\delta} c (t+a)^{\frac{\delta}{2}} - 3 \right) b^2}{t+a} \quad (10)$$

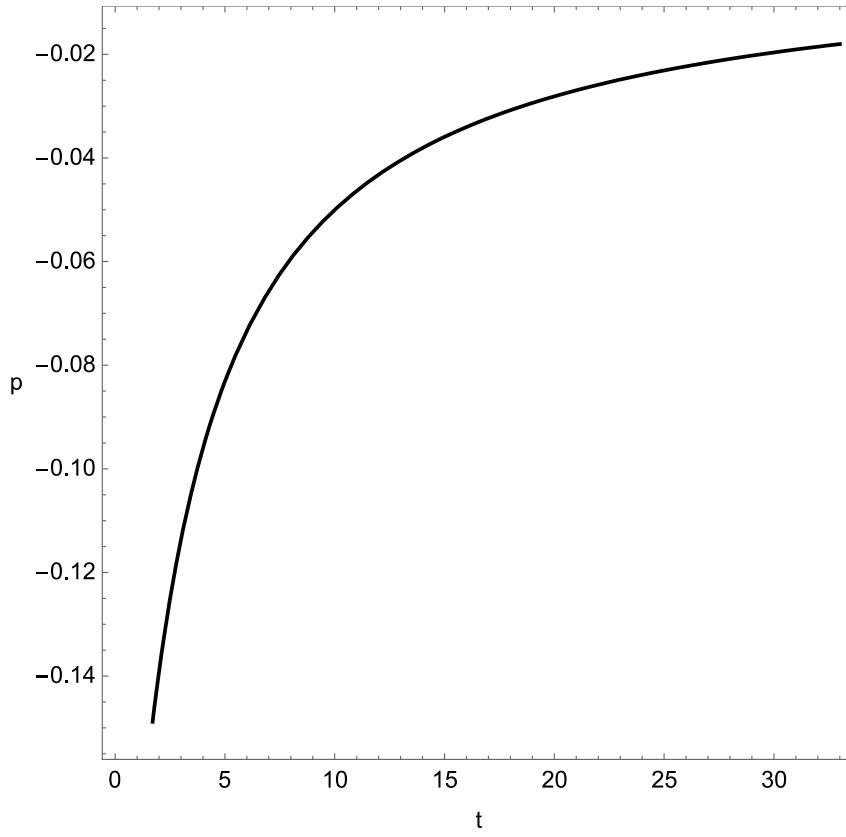
ve

$$p = - \frac{3b \left(b\sqrt{t+a} - \frac{1}{3} \right)}{(t+a)^{3/2}} \quad (11)$$

Sırasıyla Görsel 3 ve Görsel 4’de maddenin enerji yoğunluğunun zamanla değişimi ve basıncın zamanla değişimine ait grafikler verilmiştir.



Görsel 3. Çeşitli δ değerleri için maddenin enerji yoğunluğunun zamana göre değişimi

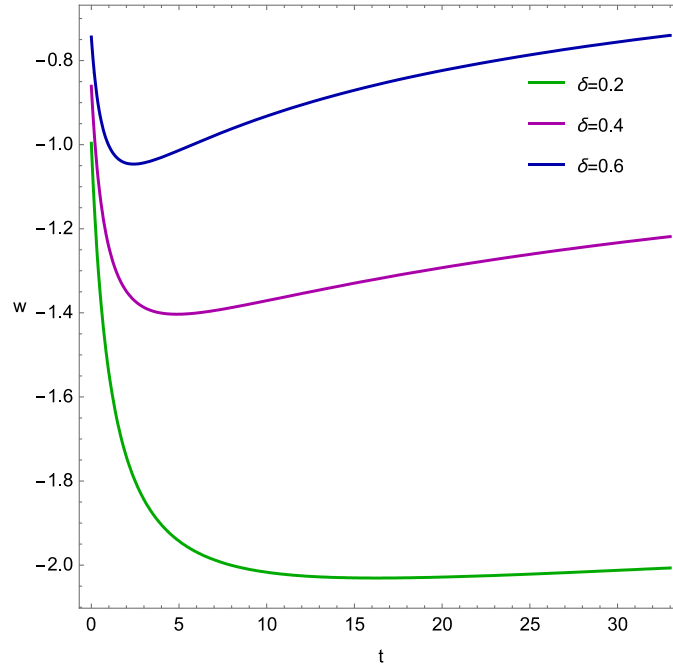


Görsel 4. Basıncın zamana göre değişimi

Durum parametresinin denklemi w ile gösterilir ve aşağıdaki gibi tanımlanır. Denklem (9) ve (11)'den durum denklemi parametresi,

$$w = \frac{p}{\rho_{DE}} = - \frac{b(3b\sqrt{t+a} - 3)}{b^{1-\delta} c (t + \alpha)^{\frac{\delta+1}{2}}} \quad (12)$$

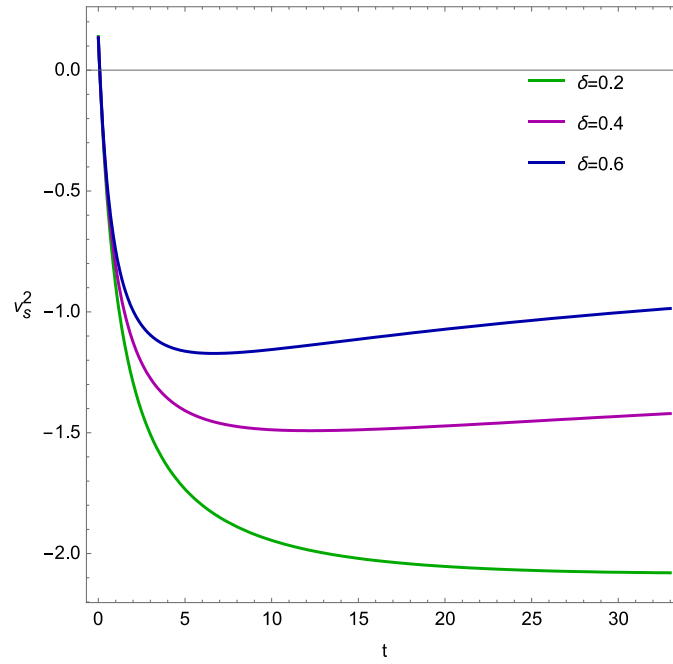
şeklinde elde edilir.



Görsel 5. Çeşitli δ değerleri için durum denklemi parametresinin zamana göre değişimi

Modelin pertürbasyona karşı kararlılığı ses hızın karesi ile belirlenir. Ses hızın karesi $v_s^2 = \frac{dp}{d\rho_{DE}}$ şeklinde tanımlıdır [7]. (10) ve (11) denklemleri yardımıyla modelimiz için ses hızın karesi aşağıdaki gibi bulunur.

$$v_s^2 = \frac{b^{\delta-1}(-3 + 6b\sqrt{t+a})}{c(\delta-2)(t+a)^{\frac{\delta+1}{2}}} \quad (12)$$



Görsel 6. Çeşitli δ değerleri için ses hızının karesinin zamana göre değişimi

3. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Bu çalışma, Genel Rölativite Teorisi çerçevesinde homojen ve izotropik Friedmann-Robertson-Walker metriğinde Barrow holografik karanlık enerjinin incelenmesine yöneliktir. Alan denklemlerinin çözümlerini elde etmek için Barrow holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğu ve Hubble parametresinden yararlanılmıştır. Görsel 1’de verilen grafik analiz edildiğinde metrik potansiyelinin zamanla hızlıca arttığı görülür. Görsel 2’de Barrow holografik karanlık enerjinin enerji yoğunluğunun δ ’nın farklı değerleri için zamanla azaldığı görülmektedir. Maddenin enerji yoğunluğu da benzer şekilde zamanla azalmaktadır (bkz. Görsel 3). Görsel 4’de verilen basıncın negatif değerler aldığı ve zamanla artarak sıfıra yaklaştığı görülür. Görsel 5’te verilen durum denklemleri parametresi negatif değerler almaktadır ve bu durum karanlık enerjini doğası ile uyum içerisindedir. Ancak $\delta = 0.8$ değeri için günümüz değerinden biraz sapma göstermektedir. Modelin kararlılığı v_s^2 nin işaretiyle belirlenir. $v_s^2 > 0$ olduğunda modelin pertürbasyona karşı kararlı olduğu, $v_s^2 < 0$ için kararsız bir model olduğu anlamına gelir. Görsel 6 incelendiğinde δ nın her üç değeri için de modelin başlangıçta kararlı olduğu ilerleyen zamanda kararsız durma geçtiği görülmektedir. Tüm çözümler incelendiğinde $t = -a$ noktasında tekillik vardır. Bu nedenle modelimizde çözümlerin geçerli olabilmesi için $t \neq -a$ olmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Perlmutter, S., Aldering, G., Goldhaber, G., Knop, R. A., Nugent, P., Castro, P. G., Deustua, S., Fabbro, S., Goobar, A., Groom, D. E., Hook, I. M., Kim, A. G., Kim, M. Y., Lee, J. C., Nunes, N. J., Pain, R., Pennypacker, C. R., Quimby, R., Lidman, C., Ellis, R. S., Irwin, M., McMahon, R. G., Ruiz-Lapuente, P., Walton, N., Schaefer, B., Boyle, B. J., Filippenko, A. V., Matheson, T., Fruchter, A. S., Panagia, N., Newberg, H. J. M., Couch, W. J., and Project, The Supernova Cosmology (1999). “Measurements of Ω and Λ from 42 High-Redshift Supernovae”. The Astrophysical Journal. 517. 565-586.
- [2] Planck Collaboration, Ade, P. A. R., Aghanim, N., Armitage-Caplan, C., Arnaud, M. et al. (2014). “Planck 2013 Results. XVI. Cosmological parameters”. Astronomy and Astrophysics. 571. A16.
- [3] Cohen, Andrew G., Kaplan, David B., and Nelson, Ann E. (1999). “Effective Field Theory, Black Holes, and the Cosmological Constant”. Physical Review Letters. 82. 4971-4974.
- [4] E. N. Saridakis, “Barrow holographic dark energy”. Physical Review D 102 (2020), 123525.
- [5] P. Adhikary, S. Das, S. Basilakos, and E. N. Saridakis, “Barrow holographic dark energy in a nonflat universe”. Physical Review D 104 (2021), 123519.
- [6] Pacif, S. K. J., Myrzakulov, R., and Myrzakul, S. (2017). “Reconstruction of cosmic history from a simple parametrization of H ”. International Journal of Geometric Methods in Modern Physics, 14(07), 1750111.
- [7] Amet Memet, Melis and Aktaş, Can (2023). “Statefinder diagnosis of Tsallis holographic dark energy model in $f(R, T)$ Theory”. Physica Scripta. 98. 015217.

APPROXIMATION BY A SEQUENCE OF OPERATORS DEFINED IN A MOBILE SQUARE DOMAIN

PhD student, Gürel BOZMA

Zonguldak Bulent Ecevit University, g.bozma@fbe.karaelmas.edu.tr - 0000-0002-0916-5894

Assoc. Prof. Dr., Nazmiye GÖNÜL BİLGİN

Zonguldak Bulent Ecevit University, nazmiyegonul@beun.edu.tr- 0000-0001-6300-6889

ABSTRACT

With the theorem put forward by K. Weierstrass in 1885, the doors of approximation theory were opened, on which not only today's mathematicians but also researchers in many fields have worked intensively. In the first later studies, efforts were made to search for a more effective and simpler proof of this theorem, which had a long and complex proof. Bernstein is one of the first researchers to work on this theorem. Later, Korovkin added a different dimension to the studies by proving a theorem named after him. This approach to continuous functions defined on a closed interval was carried to weighted spaces by Gadjiev. Another contribution of Gadjiev is his work on a useful operator that can be transformed into classical operators, later called the Gadjiev-Ibragimov operator. There are many different modifications in the literature that examine the Gadjiev Ibragimov operator from different perspectives.

Volkov's theorem is used to examine the approximation properties of operators in two-dimensional spaces. Volkov's theorem has been used to approximate functions of two variables that are closed and continuous on a finite interval and bounded on the whole real axis.

In this study, the important approximation properties will be examined by defining the two-variable modification of a univariate Gadjiev Ibragimov type operator defined in a bounded interval in a square field. For the approximation case, the continuity module and the properties of functions from the Lipchitz class were used. The approximation was also demonstrated numerically by performing computations.

Keywords : Linear positive operators, Gadjiev-Ibragimov operator, rate of convergence.

MOBİL KARESEL BİR BÖLGEDE TANIMLI BİR OPERATÖRLER DİZİSİYLE YAKLAŞIM

ÖZET

K. Weierstrass'ın 1885 yılında ortaya attığı teorem ile sadece günümüz matematikçilerinin değil, birçok alandaki araştırmacıların da üzerinde yoğun olarak çalıştığı yaklaşım teorisinin kapıları açılmıştır. Daha sonraki ilk çalışmalarda uzun ve karmaşık bir ispata sahip olan bu

teoremin daha etkili ve daha basit bir ispatının araştırılmasına çalışıldı. Bernstein bu teorem üzerinde çalışan ilk araştırmacılardan biridir. Daha sonra Korovkin kendi adını taşıyan bir teoremi ispatlayarak çalışmalara farklı bir boyut kazandırdı. Kapalı aralıkta tanımlanan sürekli fonksiyonlara yönelik bu yaklaşım, Gadjiev tarafından ağırlıklı uzaylara taşınmıştır. Gadjiev'in bir diğer katkısı da, daha sonra Gadjiev-Ibragimov operatörü olarak anılacak, klasik operatörlere dönüştürülebilen kullanışlı bir operatör üzerindeki çalışmasıdır. Literatürde Gadjiev Ibragimov operatörünü farklı açılardan inceleyen birçok farklı modifikasyon bulunmaktadır.

Volkov teoremi iki boyutlu uzaylarda operatörlerin yaklaşım özelliklerini incelemek için kullanılır. Volkov teoremi, sonlu bir aralıkta kapalı ve sürekli olan ve tüm gerçek eksen üzerinde sınırlı olan iki değişkenin fonksiyonlarına yaklaşmak için kullanılmıştır.

Bu çalışmada, karesel bir alanda sınırlı aralıkta tanımlanan tek değişkenli Gadjiev Ibragimov tipi bir operatörün iki değişkenli modifikasyonu tanımlanarak önemli yaklaşım özellikleri incelenecektir. Yaklaşım durumu için süreklilik modülü ve Lipchitz sınıfından fonksiyonların özellikleri kullanıldı. Yaklaşım aynı zamanda hesaplamalar yapılarak sayısal olarak da gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Doğrusal pozitif operatörler, Gadjiev-Ibragimov operatörü, yakınsama hızı.

1. INTRODUCTION

The idea of approximation theory arose by expressing a given function as closely as possible by another function. Studies that started with Chebyshev's idea of finding the best approach to function later became the focus of attention of many researchers. In fact, with the discovery of irrationality, it became necessary to find approximate values. The basis of the approximation theory is the theorem known as the First Weierstrass Approximation Theorem, written by Weierstrass in 1885. In 1912, Bernstein expressed the Weierstrass theorem, whose proof was long and complex, in a simple and effective way. The approach to functions with linear positive operators has gained speed with the theorem proved by Korovkin, which contains easy and applicable criteria. According to this theorem, which gives the conditions for a smooth approximation to a continuous function with linear positive operators; For proper convergence, it is sufficient to ensure convergence for three test functions. It is possible for a linear positive operator sequence defined on a closed and limited range to satisfy Korovkin's theorem as $\lim_{n \rightarrow \infty} \|L_n(f, x) - f(x)\| = 0$, by the existence of a (a_n) zero sequence in the form of $\|L_n(f, x) - f(x)\| \leq a_n$. The speed at which the sequences converges to zero gives the speed at which the given operator converges to the function that creates it. Another striking detail here is that when the operator is applied to the test functions, all three functions formed are functions that are the same or similar to the test functions. However, for two-variable functions, the number of test functions is not three. After the definition of the two-variable Bernstein operator on the quadratic region in 1953, the approximation properties were examined in some studies

by changing the region and sometimes by defining the two-variable generalizations of different operators.

One of the operators on which important studies have been carried out in the literature is the Gadjiev Ibragimov operator. The operator defined by Gadjiev-Ibragimov in 1970 and many generalizations of this operator were defined and the approximation properties and approximation speeds in the $[0, A]$ space were investigated with the help of the modulus of continuity. Many modifications of this operator have been made, and the sources (Dogru, 1997), (Aral, 2003), (Coskun, 2011), (Acar, 2017), (Deniz and Aral, 2015), (Gonul Bilgin and Ozgur, 2019), (Herdem and Buyukyazici, 2020) and (Gonul and Coskun, 2013, 2018) can be examined for some of them. In this paper, important approximation features will be mentioned by using Volkov's theorem on the quadratic domain with the help of a generalization of the operator given in (Bozma and Bars, 2022).

First, let's remember the operator that will be the basis for the study.

Definition 1.1. For s_n and t_n , let

$$\lim_{n \rightarrow \infty} t_n = \infty, \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{s_n}{t_n} = 0, \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n+1}{t_n+n+2} = 0 \text{ and } \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{s_n}{t_n+n+\eta} n = 1, \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n+\mu}{t_n+n+\psi} = 0$$

be real number sequences satisfying the conditions, and $U_{n,r}(x)$ be function that satisfy the following conditions, where $r, n \in \mathbb{R}^+$ depending on the parameters r, n .

i) For all $n = 0, 1, 2, \dots$ all $r = 0, 1, 2, \dots$ and all finite $x \in \left[0, \frac{n+1}{n+2}\right]$,

$$(-1)^{\theta} U_{n,r}(x) \geq 0.$$

ii) For all $x \in \left[0, \frac{n+1}{n+2}\right]$,

$$\sum_{\theta=0}^{\infty} U_{n,r}(x) \frac{(-a_n)^r}{r!} = 1 \text{ is valid.}$$

iii) For all $x \in \left[0, \frac{n+1}{n+2}\right]$,

$$U_{n,r}(x) = -nx U_{n+p,r-1}(x)$$

there are integers p such that equality is satisfied and $n + p$ is natural numbers.

A generalization about the Gadjiev-Ibragimov operator can be made for all $f \in C \left[0, \frac{n+\mu}{n+\eta}\right]$, is defined as

$$\tilde{L}_n(f, x) = \sum_{r=0}^{\infty} f \left(\frac{r+n+1}{t_n+n+2} \right) U_{n,r}(x) \frac{(-s_n)^r}{r!}$$

(Bozma and Bars, 2022).

2. METHOD

Now, first, the definition of the operator and some of the equations it provides will be mentioned.

Definition 2.1 Let $(\mathcal{V}_n), (\mathcal{V}_m), (\mathcal{P}_n), (\mathcal{P}_m), (\mathcal{O}_n), (\mathcal{O}_m)$:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \mathcal{P}_n = \infty, \lim_{m \rightarrow \infty} \mathcal{O}_m = \infty, \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\mathcal{V}_n}{\mathcal{P}_n} = 0, \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{\mathcal{V}_m}{\mathcal{O}_m} = 0 \text{ and}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\mathcal{V}_n}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} = 1, \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{\mathcal{V}_m}{\mathfrak{O}_m + m + \eta} = 1, \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n+u}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} = 0, \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{m+u}{\mathfrak{O}_m + m + \eta} = 0$$

be real number sequences satisfying the conditions, $G_{n,\rho}(x)$ and $G_{m,\zeta}(y)$ be functions that satisfy the following conditions, $u, \eta \in \mathbb{R}^+$ depending on the parameters n, ρ, m, ζ .

1-) For all $n, m \in \mathbb{N}$, $\rho, \zeta \in \mathbb{N}_0$ and $u < \eta$, for every finite $(x, y) \in \left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right] \times \left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right]$,

$$(-1)^\rho G_{n,\rho}(x) \geq 0 \text{ and } (-1)^\zeta G_{m,\zeta}(y) \geq 0,$$

2-) For all $(x, y) \in \left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right] \times \left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right]$, equalities

$$\sum_{\rho=0}^{\infty} G_{n,\rho}(x) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!} = 1 \text{ and } \sum_{\zeta=0}^{\infty} G_{m,\zeta}(y) \frac{(-\mathcal{V}_m)^\zeta}{\zeta!} = 1 \text{ are valid.}$$

3-) For all $(x, y) \in \left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right] \times \left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right]$,

$$G_{n,\rho}(x) = -nxG_{n+\sigma,\rho-1}(x) \text{ and } G_{m,\zeta}(y) = -nyG_{m+\tau,\zeta-1}(y).$$

There are integers σ and τ such that equality is satisfied and $n + \sigma, m + \tau$ are natural numbers.

Then, a generalization about the Gadjiev-Ibragimov operator can be constructed for every $f \in C\left(\left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right] \times \left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right]\right)$, it is defined as

$$\tilde{S}_{n,m}(f, x, y) = \sum_{\rho=0}^{\infty} \sum_{\zeta=0}^{\infty} f\left(\frac{\rho + n + u}{\mathfrak{p}_n + n + \eta}, \frac{\zeta + m + u}{\mathfrak{O}_m + m + \eta}\right) G_{n,\rho}(x) G_{m,\zeta}(y) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!} \frac{(-\mathcal{V}_m)^\zeta}{\zeta!}.$$

Obviously this operator is linear and positive.

Lemma 2.2 Let $f \in C\left(\left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right] \times \left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right]\right)$, the following equations are valid for operator

$$\tilde{S}_{n,m}(f, x, y) = \sum_{\rho=0}^{\infty} \sum_{\zeta=0}^{\infty} f\left(\frac{\rho + n + u}{\mathfrak{p}_n + n + \eta}, \frac{\zeta + m + u}{\mathfrak{O}_m + m + \eta}\right) G_{n,\rho}(x) G_{m,\zeta}(y) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!} \frac{(-\mathcal{V}_m)^\zeta}{\zeta!}.$$

$$\text{i) } \tilde{S}_{n,m}(1, x, y) = 1,$$

$$\text{ii) } \tilde{S}_{n,m}(t_1, x, y) = \frac{n\mathcal{V}_n}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} x + \frac{n+u}{\mathfrak{p}_n + n + \eta},$$

$$\text{iii) } \tilde{S}_{n,m}(t_2, x, y) = \frac{m\mathcal{V}_m}{\mathfrak{O}_m + m + \eta} y + \frac{m+u}{\mathfrak{O}_m + m + \eta},$$

$$\begin{aligned} \text{iv) } \tilde{S}_n(t_1^2 + t_2^2, x, y) &= \frac{(\mathcal{V}_n)^2 n(n+\sigma)}{(\mathfrak{p}_n + n + \eta)^2} x^2 + \frac{(2(n+u)+1)n\mathcal{V}_n}{(\mathfrak{p}_n + n + \eta)^2} x + \frac{(n+u)^2}{(\mathfrak{p}_n + n + \eta)^2} \\ &+ \frac{(\mathcal{V}_m)^2 m(m+\tau)}{(\mathfrak{O}_m + m + \eta)^2} y^2 + \frac{(2(m+u)+1)m\mathcal{V}_m}{(\mathfrak{O}_m + m + \eta)^2} y + \frac{(m+u)^2}{(\mathfrak{O}_m + m + \eta)^2}. \end{aligned}$$

Proof Since

$$\sum_{\rho=0}^{\infty} G_{n,\rho}(x) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!} = 1 \text{ and } \sum_{\zeta=0}^{\infty} G_{m,\zeta}(y) \frac{(-\mathcal{V}_m)^\zeta}{\zeta!} = 1,$$

according to the second property of the operator

$$\tilde{S}_{n,m}(1, x, y) = \sum_{\rho=0}^{\infty} G_{n,\rho}(x) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!} \sum_{\zeta=0}^{\infty} G_{m,\zeta}(y) \frac{(-\mathcal{V}_m)^\zeta}{\zeta!} = 1$$

is obtained. If the 3rd feature of the operator is used; for $(n + \sigma) \in \mathbb{N}_0$

$$\begin{aligned} \tilde{S}_{n,m}(t_1, x, y) &= \sum_{\rho=0}^{\infty} \sum_{\zeta=0}^{\infty} \frac{\rho + n + u}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} G_{n,\rho}(x) G_{m,\zeta}(y) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!} \frac{(-\mathcal{V}_m)^\zeta}{\zeta!} \\ &= \sum_{\rho=0}^{\infty} \left(\frac{\rho + n + u}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} \right) G_{n,\rho}(x) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!} \\ &= \sum_{\rho=1}^{\infty} \left(\frac{\rho}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} \right) G_{n,\rho}(x) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!} + \sum_{\rho=0}^{\infty} \left(\frac{n + u}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} \right) G_{n,\rho}(x) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!} \\ &= \sum_{\rho=1}^{\infty} \left(\frac{1}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} \right) G_{n,\rho}(x) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{(\rho - 1)!} + \sum_{\rho=0}^{\infty} \left(\frac{n + u}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} \right) G_{n,\rho}(x) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!} \\ &= \sum_{\rho=1}^{\infty} \left(\frac{-nx}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} \right) G_{n+\sigma,\rho-1}(x) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{(\rho - 1)!} + \frac{n + u}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} \\ &= \frac{-nx}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} \sum_{\rho=1}^{\infty} G_{n+\sigma,\rho-1}(x) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{(\rho - 1)!} + \frac{n + u}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} \\ &= \frac{-nx}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} \sum_{\rho=1}^{\infty} (-\mathcal{V}_n) G_{n+\sigma,\rho-1}(x) \frac{(-\mathcal{V}_n)^{\rho-1}}{(\rho - 1)!} + \frac{n + u}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} \\ &= \left(\frac{n\mathcal{V}_n x}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} \right) \sum_{\rho=0}^{\infty} G_{n+\sigma,\rho}(x) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!} + \frac{n + u}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} \quad [(\rho \rightarrow \rho + 1) (n + \sigma) \in \mathbb{N}] \\ &= \frac{n\mathcal{V}_n x}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} + \frac{n + u}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} \end{aligned}$$

is obtained. Similarly, using the 3rd property of the operator, for $(m + \tau) \in \mathbb{N}_0$,

$$\begin{aligned} \tilde{S}_{n,m}(t_2, x, y) &= \sum_{\rho=0}^{\infty} \sum_{\zeta=0}^{\infty} \frac{\zeta + m + u}{\mathfrak{p}_m + m + \eta} G_{n,\rho}(x) G_{m,\zeta}(y) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!} \frac{(-\mathcal{V}_m)^\zeta}{\zeta!} \\ &= \sum_{\zeta=0}^{\infty} \left(\frac{\zeta + m + u}{\mathfrak{p}_m + m + \eta} \right) G_{m,\zeta}(y) \frac{(-\mathcal{V}_m)^\zeta}{\zeta!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sum_{\zeta=1}^{\infty} \left(\frac{\zeta}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} \right) G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!} + \sum_{\zeta=0}^{\infty} \left(\frac{m+u}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} \right) G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!} \\
 &= \sum_{\zeta=1}^{\infty} \left(\frac{1}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} \right) G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_m)^\zeta}{(\zeta-1)!} + \sum_{\zeta=0}^{\infty} \left(\frac{m+u}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} \right) G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!} \\
 &= \sum_{\zeta=1}^{\infty} \left(\frac{-my}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} \right) G_{m+\tau,\zeta-1}(y) \frac{(-V_m)^\zeta}{(\zeta-1)!} + \frac{m+u}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} \\
 &= \frac{-my}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} \sum_{\zeta=1}^{\infty} G_{m+\tau,\zeta-1}(y) \frac{(-V_m)^\zeta}{(\zeta-1)!} + \frac{m+u}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} \\
 &= \frac{-my}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} \sum_{\zeta=1}^{\infty} (-V_m) G_{m+\tau,\zeta-1}(y) \frac{(-V_m)^{\zeta-1}}{(\zeta-1)!} + \frac{m+u}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} \\
 &= \left(\frac{mV_my}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} \right) \sum_{\zeta=0}^{\infty} G_{m+\tau,\zeta}(y) \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!} + \frac{m+u}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} \quad [(\zeta \rightarrow \zeta+1)(m+\zeta) \in \mathbb{N}] \\
 &= \frac{mV_my}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} + \frac{m+u}{\mathfrak{D}_m + m + \eta}
 \end{aligned}$$

is written. On the other hand

$$\begin{aligned}
 \tilde{\mathfrak{S}}_{n,m}(t_1^2, x, y) &= \sum_{\rho=0}^{\infty} \sum_{\zeta=0}^{\infty} \left(\frac{\rho+n+u}{\mathfrak{p}_n+n+\eta} \right)^2 G_{n,\rho}(x) G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_n)^\rho}{\rho!} \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!} \\
 &= \sum_{\rho=0}^{\infty} \left(\frac{\rho+n+u}{\mathfrak{p}_n+n+\eta} \right)^2 G_{n,\rho}(x) \frac{(-V_n)^\rho}{\rho!} \\
 &= \sum_{\rho=0}^{\infty} \left(\frac{\rho^2 + 2\rho(n+u) + (n+u)^2}{(\mathfrak{p}_n+n+\eta)^2} \right) G_{n,\rho}(x) \frac{(-V_n)^\rho}{\rho!} \\
 &= \sum_{\rho=0}^{\infty} \left(\frac{\rho^2}{(\mathfrak{p}_n+n+\eta)^2} \right) G_{n,\rho}(x) \frac{(-V_n)^\rho}{\rho!} + \sum_{\rho=0}^{\infty} \left(\frac{2\rho(n+u)}{(\mathfrak{p}_n+n+\eta)^2} \right) G_{n,\rho}(x) \frac{(-V_n)^\rho}{\rho!} \\
 &\quad + \sum_{\rho=0}^{\infty} \left(\frac{(n+u)^2}{(\mathfrak{p}_n+n+\eta)^2} \right) G_{n,\rho}(x) \frac{(-V_n)^\rho}{\rho!} \\
 &= \sum_{\rho=2}^{\infty} \left(\frac{\rho(\rho-1)}{(\mathfrak{p}_n+n+\eta)^2} \right) G_{n,\rho}(x) \frac{(-V_n)^\rho}{\rho!} + \sum_{\rho=1}^{\infty} \left(\frac{\rho}{(\mathfrak{p}_n+n+\eta)^2} \right) G_{n,\rho}(x) \frac{(-V_n)^\rho}{\rho!} \\
 &\quad + \sum_{\rho=1}^{\infty} \left(\frac{2(n+u)}{(\mathfrak{p}_n+n+\eta)^2} \right) G_{n,\rho}(x) \frac{(-V_n)^\rho}{(\rho-1)!} + \sum_{\rho=0}^{\infty} \left(\frac{(n+u)^2}{(\mathfrak{p}_n+n+\eta)^2} \right) G_{n,\rho}(x) \frac{(-V_n)^\rho}{\rho!}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sum_{\rho=2}^{\infty} \left(\frac{V_n^2}{(p_n + n + \eta)^2} \right) G_{n,\rho}(x) \frac{(-V_n)^{\rho-2}}{(\rho-2)!} + \frac{1}{p_n + n + \eta} \frac{nV_n x}{p_n + n + \eta} \\
 &+ \sum_{\rho=1}^{\infty} \left(\frac{2(n+u)(-nx)}{(p_n + n + \eta)^2} \right) G_{n+\sigma,\rho-1}(x) \frac{(-V_n)^{\rho}}{(\rho-1)!} + \frac{(n+u)^2}{(p_n + n + \eta)^2} \\
 &= \sum_{\rho=2}^{\infty} \left(\frac{V_n^2 n(n+\sigma)x^2}{(p_n + n + \eta)^2} \right) G_{n+2\sigma,\rho-2}(x) \frac{(-V_n)^{\rho-2}}{(\rho-2)!} + \frac{1}{p_n + n + \eta} \frac{nV_n x}{p_n + n + \eta} \\
 &+ \sum_{\rho=1}^{\infty} \left(\frac{2(n+u)V_n nx}{(p_n + n + \eta)^2} \right) G_{n+\sigma,\rho-1}(x) \frac{(-V_n)^{\rho-1}}{(\rho-1)!} + \frac{(n+u)^2}{(p_n + n + \eta)^2} \\
 &= \sum_{\rho=0}^{\infty} \left(\frac{V_n^2 n(n+\sigma)x^2}{(p_n + n + \eta)^2} \right) G_{n+2\sigma,\rho}(x) \frac{(-V_n)^{\rho}}{\rho!} + \frac{1}{p_n + n + \eta} \frac{nV_n x}{p_n + n + \eta} \\
 &+ \sum_{\rho=0}^{\infty} \left(\frac{2(n+u)V_n nx}{(p_n + n + \eta)^2} \right) G_{n+\sigma,\rho}(x) \frac{(-V_n)^{\rho}}{\rho!} + \frac{(n+u)^2}{(p_n + n + \eta)^2} \\
 &= \frac{V_n^2 n(n+\sigma)x^2}{(p_n + n + \eta)^2} + \frac{nV_n x}{(p_n + n + \eta)^2} + \frac{2(n+u)V_n nx}{(p_n + n + \eta)^2} + \frac{(n+u)^2}{(p_n + n + \eta)^2} \\
 &= \frac{V_n^2 n(n+\sigma)}{(p_n + n + \eta)^2} x^2 + \frac{nV_n(2(n+u)+1)}{(p_n + n + \eta)^2} x + \frac{(n+u)^2}{(p_n + n + \eta)^2}
 \end{aligned}$$

is obtained. Here, if $(n+\sigma) \in \mathbb{N}_0$ and $(n+2\sigma) \in \mathbb{N}_0$ is used we get

$$\tilde{S}_{n,m}(t_1^2, x, y) = \frac{(V_n)^2 n(n+\sigma)}{(p_n + n + \eta)^2} x^2 + \frac{(2(n+u)+1)nV_n}{(p_n + n + \eta)^2} x + \frac{(n+u)^2}{(p_n + n + \eta)^2}.$$

Similarly, using $(m+\tau) \in \mathbb{N}_0$, we have

$$\tilde{S}_{n,m}(t_2^2, x, y) = \frac{(V_m)^2 m(m+\tau)}{(q_m + m + \eta)^2} y^2 + \frac{(2(m+u)+1)mV_m}{(q_m + m + \eta)^2} y + \frac{(m+u)^2}{(q_m + m + \eta)^2}.$$

and from these two equalities, the result

$$\begin{aligned}
 \tilde{S}_n(t_1^2 + t_2^2, x, y) &= \frac{(V_n)^2 n(n+\sigma)}{(p_n + n + \eta)^2} x^2 + \frac{(2(n+u)+1)nV_n}{(p_n + n + \eta)^2} x + \frac{(n+u)^2}{(p_n + n + \eta)^2} \\
 &+ \frac{(V_m)^2 m(m+\tau)}{(q_m + m + \eta)^2} y^2 + \frac{(2(m+u)+1)mV_m}{(q_m + m + \eta)^2} y + \frac{(m+u)^2}{(q_m + m + \eta)^2}
 \end{aligned}$$

is obtained. This completes the proof.

Theorem 2.3 For every $f \in C\left(\left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right] \times \left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right]\right)$,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|\tilde{S}_{n,m}(f, x, y) - f(x, y)\|_{C([0, \frac{n+u}{n+\eta}] \times [0, \frac{n+u}{n+\eta}])} = 0.$$

Proof It is sufficient to clearly show that the conditions of Volkov's Theorem are satisfied. From Lemma, using

$$|\tilde{S}_{n,m}(1, x, y) - 1| = \left| \sum_{\rho=0}^{\infty} G_{n,\rho}(x) \frac{(-V_n)^\rho}{\rho!} \sum_{\zeta=0}^{\infty} G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!} - 1 \right| = 0$$

is valid and from the norm definition in $C([0, \frac{n+u}{n+\eta}] \times [0, \frac{n+u}{n+\eta}])$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|\tilde{S}_{n,m}(1, x, y) - 1\|_{C([0, \frac{n+u}{n+\eta}] \times [0, \frac{n+u}{n+\eta}])} = 0.$$

is found. Also,

$$\begin{aligned} |\tilde{S}_{n,m}(t_1, x, y) - x| &= \left| \frac{nV_n x}{p_n + n + \eta} + \frac{n+u}{p_n + n + \eta} - x \right| \\ &= \left| x \left(\frac{V_n}{p_n + n + \eta} n - 1 \right) + \frac{n+u}{p_n + n + \eta} \right| \end{aligned}$$

is obtained. Since $x \in [0, \frac{n+u}{n+\eta}]$ and $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{V_n}{p_n + n + \eta} n = 1$, the next inequality

$$\begin{aligned} \max_{x \in [0, \frac{n+u}{n+\eta}]} |\tilde{S}_{n,m}(t_1, x, y) - x| &= \max_{x \in [0, \frac{n+u}{n+\eta}]} \left| x \left(\frac{V_n}{p_n + n + \eta} n - 1 \right) + \frac{n+u}{p_n + n + \eta} \right| \\ &\leq \left| \frac{n+u}{n+\eta} \right| \left| \frac{V_n}{p_n + n + \eta} n - 1 \right| + \left| \frac{n+u}{p_n + n + \eta} \right|. \end{aligned}$$

is obtained. If the limit of both sides is taken

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|\tilde{S}_{n,m}(t_1, x, y) - x\|_{C([0, \frac{n+u}{n+\eta}])} \leq \lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{n+u}{n+\eta} \right| \lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{V_n}{p_n + n + \eta} n - 1 \right| + \lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{n+u}{p_n + n + \eta} \right| = 0$$

and

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|\tilde{S}_{n,m}(t_1, x, y) - x\|_{C([0, \frac{n+u}{n+\eta}] \times [0, \frac{n+u}{n+\eta}])} = 0.$$

is found. Similarly, using $\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{V_m}{p_m + m + \eta} m = 1$ and $y \in [0, \frac{n+u}{n+\eta}]$,

we get

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \|\tilde{S}_{n,m}(t_2, x, y) - y\|_{C([0, \frac{n+u}{n+\eta}] \times [0, \frac{n+u}{n+\eta}])} = 0.$$

Lastly, for

$$\tilde{S}_{n,m}(t_1^2, x, y) = \frac{(\mathcal{V}_n)^2 n(n + \sigma)}{(\mathcal{P}_n + n + \eta)^2} x^2 + \frac{(2(n + u) + 1)n\mathcal{V}_n}{(\mathcal{P}_n + n + \eta)^2} x + \frac{(n + u)^2}{(\mathcal{P}_n + n + \eta)^2},$$

we get

$$\begin{aligned} |\tilde{S}_{n,m}(t_1^2, x, y) - x^2| &= \left| \frac{(\mathcal{V}_n)^2 n(n + \sigma)}{(\mathcal{P}_n + n + \eta)^2} x^2 + \frac{(2(n + u) + 1)n\mathcal{V}_n}{(\mathcal{P}_n + n + \eta)^2} x + \frac{(n + u)^2}{(\mathcal{P}_n + n + \eta)^2} - x^2 \right| \\ &= \left| x^2 \left(\left(\frac{\mathcal{V}_n}{\mathcal{P}_n + n + \eta} \right)^2 n(n + \sigma) - 1 \right) + x \left(\frac{(2(n + u) + 1)n\mathcal{V}_n}{(\mathcal{P}_n + n + \eta)^2} \right) + \frac{(n + u)^2}{(\mathcal{P}_n + n + \eta)^2} \right|. \end{aligned}$$

Then,

$$\begin{aligned} \max_{x \in \left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right]} |\tilde{S}_{n,m}(t_1^2, x, y) - x^2| &= \max_{x \in \left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right]} \left| x^2 \left(\left(\frac{\mathcal{V}_n}{\mathcal{P}_n + n + \eta} \right)^2 n(n + \sigma) - 1 \right) \right. \\ &\quad \left. + x \left(\frac{(2(n + u) + 1)n\mathcal{V}_n}{(\mathcal{P}_n + n + \eta)^2} \right) + \frac{(n + u)^2}{(\mathcal{P}_n + n + \eta)^2} \right| \\ &\leq \left(\frac{n + u}{n + \eta} \right)^2 \left| \left(\left(\frac{\mathcal{V}_n}{\mathcal{P}_n + n + \eta} \right)^2 n(n + \sigma) - 1 \right) \right| + \left(\frac{n + u}{n + \eta} \right) \left| \left(\frac{(2(n + u) + 1)n\mathcal{V}_n}{(\mathcal{P}_n + n + \eta)^2} \right) \right| \\ &\quad + \left| \frac{(n + u)^2}{(\mathcal{P}_n + n + \eta)^2} \right| \end{aligned}$$

is written. Using the definition of $(\mathcal{V}_n)$, $(\mathcal{P}_n)$ and $(n + \sigma) \in \mathbb{N}$, we have

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{\mathcal{V}_n}{\mathcal{P}_n + n + \eta} \right)^2 n(n + \sigma) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{\mathcal{V}_n}{\mathcal{P}_n + n + \eta} \right) n \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{\mathcal{V}_n}{\mathcal{P}_n + n + \eta} \right) (n + \sigma) = 1,$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{(2(n + u) + 1)n\mathcal{V}_n}{(\mathcal{P}_n + n + \eta)^2} \right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{(2(n + u) + 1)}{(\mathcal{P}_n + n + \eta)} \right) \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n\mathcal{V}_n}{\mathcal{P}_n + n + \eta} \right) = 0.$$

So,

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} \|\tilde{S}_{n,m}(t_1^2, x, y) - x^2\|_{C\left(\left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right] \times \left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right]\right)} &\leq \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n + u}{n + \eta} \right)^2 \left(\left(\frac{\mathcal{V}_n}{\mathcal{P}_n + n + \eta} \right)^2 n(n + \sigma) - 1 \right) \\ &\quad + \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n + u}{n + \eta} \right) \left(\frac{(2(n + u) + 1)n\mathcal{V}_n}{(\mathcal{P}_n + n + \eta)^2} \right) + \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(n + u)^2}{(\mathcal{P}_n + n + \eta)^2} \end{aligned}$$

is obtained. Then,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|\tilde{S}_{n,m}(t_1^2, x, y) - x^2\|_{C\left(\left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right] \times \left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right]\right)} = 0$$

is shown. Likewise, we get

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|\tilde{S}_{n,m}(t_2^2, x, y) - y^2\|_{C\left(\left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right] \times \left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right]\right)} = 0.$$

Thus, the equality

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|\tilde{S}_{n,m}(t_1^2 + t_2^2, x, y) - x^2 - y^2\|_{C([0, \frac{n+u}{n+\eta}] \times [0, \frac{n+u}{n+\eta}])} = 0$$

is obtained. Then, since all the conditions of Volkov's Theorem are valid, for all

$f \in C([0, \frac{n+u}{n+\eta}] \times [0, \frac{n+u}{n+\eta}])$, we have

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|\tilde{S}_{n,m}(f, x, y) - f(x, y)\|_{C([0, \frac{n+u}{n+\eta}] \times [0, \frac{n+u}{n+\eta}])} = 0.$$

3. RESULTS

In this section, the partial continuity on $[0, \frac{n+u}{n+\eta}] \times [0, \frac{n+u}{n+\eta}]$ of the generalized two-component Gadjiev Ibragimov operator shown in this work is used to analyze the results. Also, with the help of the modulus of continuity, the approach speed will be calculated in the space of continuous functions.

First of all, the definition of the partial continuity module, which can be found in many sources in the literature, will be reminded.

$H \subset \mathbb{R}^2$ is a restricted region and let it be a bounded function defined as $f: H \rightarrow \mathbb{R}$. $M \subset H$ is a compact region and $x = (x_1, x_2), y = (y_1, y_2)$.

$$\omega_1(f, \delta) = \sup\{|f(x_1, y) - f(x_2, y)| : (x_1, y), (x_2, y) \in M, |x_1 - x_2| \leq \delta\}$$

$$\omega_2(f, \delta) = \sup\{|f(x, y_1) - f(x, y_2)| : (x, y_1), (x, y_2) \in M, |y_1 - y_2| \leq \delta\}$$

are called the partial continuity module of the function f with respect to x and the partial continuity module with respect to y , respectively. (Altomare and Campiti, 1994).

Theorem 3.1 Let $f \in C([0, \frac{n+u}{n+\eta}] \times [0, \frac{n+u}{n+\eta}])$ and Let $(V_n), (p_n), (D_m)$ be the sequences defined in Definition 2.1. In this case, with sufficiently large n, m and D being a constant independent of the n, m ;

$$\|\tilde{S}_{n,m}(f, x, y) - f(x, y)\|_{C([0, \frac{n+u}{n+\eta}] \times [0, \frac{n+u}{n+\eta}])} \leq D_1 \omega_2(f, \delta_m) + D_2 \omega_1(f, \delta_n).$$

Also,

$$\delta_n = \sqrt{\left(\frac{V_n}{p_n + n + \eta} - 1\right)^2 + \frac{V_n}{p_n + n + \eta} + \frac{1}{\left(\frac{n+u}{n+\eta}\right) p_n + n + \eta}}$$

and

$$\delta_m = \sqrt{\left(\frac{V_m}{D_m + m + \eta} - 1\right)^2 + \frac{V_m}{D_m + m + \eta} + \frac{1}{\left(\frac{n+u}{n+\eta}\right) (D_m + m + \eta)}}$$

is written.

Proof Using the partial continuity module and the Cauchy-Schwarz inequality

$$\begin{aligned} N_1 &= \sum_{\rho=0}^{\infty} \sum_{\zeta=0}^{\infty} \left| f\left(\frac{\rho+n+u}{\rho_n+n+\eta}, \frac{\zeta+m+u}{\zeta_m+m+\eta}\right) - f\left(\frac{\rho+n+u}{\rho_n+n+\eta}, y\right) \right| \\ &\times G_{n,\rho}(x) G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_n)^\rho}{\rho!} \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!} \\ &\leq \sum_{\zeta=0}^{\infty} \omega_2(f, \delta_m) \left[1 + \frac{\left| \frac{\zeta+m+u}{\zeta_m+m+\eta} - y \right|}{\delta_m} \right] G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!} \\ &\leq \omega_2(f, \delta_m) \left\{ 1 + \frac{1}{\delta_m} \sum_{\zeta=0}^{\infty} \left| \frac{\zeta+m+u}{\zeta_m+m+\eta} - y \right| \sqrt{G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!}} \sqrt{G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!}} \right\} \\ &\leq \omega_2(f, \delta_m) \left\{ 1 + \frac{1}{\delta_m} \sqrt{\sum_{\zeta=0}^{\infty} \left| \frac{\zeta+m+u}{\zeta_m+m+\eta} - y \right|^2 G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!}} \right\}. \end{aligned}$$

From Lemma 2.1,

$$\begin{aligned} &\sum_{\zeta=0}^{\infty} \left| \frac{\zeta+m+u}{\zeta_m+m+\eta} - y \right|^2 G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!} \\ &= \sum_{\zeta=0}^{\infty} \left[\left(\frac{\zeta+m+u}{\zeta_m+m+\eta} \right)^2 - 2y \frac{\zeta+m+u}{\zeta_m+m+\eta} + y^2 \right] G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!} \\ &= \frac{(V_m)^2 m(m+\tau)}{(\zeta_m+m+\eta)^2} y^2 + \frac{(2(m+u)+1)mV_m}{(\zeta_m+m+\eta)^2} y + \frac{(m+u)^2}{(\zeta_m+m+\eta)^2} \\ &\quad - 2y \frac{mV_m}{\zeta_m+m+\eta} y + \frac{m+u}{\zeta_m+m+\eta} + y^2. \end{aligned}$$

Using

$$\left(\frac{\zeta+m+u}{\zeta_m+m+\eta} - y \right)^2 = \left(\frac{\zeta+m+u}{\zeta_m+m+\eta} \right)^2 - 2y \frac{\zeta+m+u}{\zeta_m+m+\eta} + y^2,$$

$$\begin{aligned} &|\tilde{S}_{n,m}(f, x, y) - f(x, y)|_{C([0, \frac{n+u}{n+\eta}] \times [0, \frac{n+u}{n+\eta}])} \\ &\leq \omega_2(f, \delta_m) \left\{ 1 + \frac{1}{\delta_m} \left(\sum_{\zeta=0}^{\infty} \left(\frac{\zeta+m+u}{\zeta_m+m+\eta} \right)^2 G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!} \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - 2y \sum_{\zeta=0}^{\infty} \frac{\zeta+m+u}{\zeta_m+m+\eta} G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!} + y^2 \sum_{\zeta=0}^{\infty} G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!} \right)^{1/2} \right\} \\ &= \omega_2(f, \delta_m) \left\{ 1 + \frac{1}{\delta_m} \left(\tilde{S}_{n,m}(t_2^2, x, y) - 2y \tilde{S}_{n,m}(t_2, x, y) + y^2 \tilde{S}_{n,m}(1, x, y) \right)^{1/2} \right\} \end{aligned}$$

inequality is valid. For $y \in [0, \frac{n+u}{n+\eta}]$, If $\tilde{S}_{n,m}(t_2^2, x, y)$, $\tilde{S}_{n,m}(t_2, x, y)$ and $\tilde{S}_{n,m}(1, x, y)$ are written in place, $\lim_{m \rightarrow \infty} \mathfrak{D}_m = \infty$, $\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{\mathcal{V}_m}{\mathfrak{D}_m} = 0$ and $\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{\mathcal{V}_m}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} m = 1$, $\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{m+u}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} = 0$. For sufficiently large m , taking into account the inequality $\frac{\mathcal{V}_m}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} \leq 1$, $\frac{\mathcal{V}_m}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} m \leq 2$ and taking

$$\begin{aligned} \frac{2um(\mathcal{V}_m)^2}{(\mathfrak{D}_m + m + \eta)^2} &< \frac{4u}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} < \frac{4u}{m + \eta}, \quad \frac{m(\mathcal{V}_m)^2}{(\mathfrak{D}_m + m + \eta)^2} < \frac{2}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} < \frac{2}{m + \eta}, \text{ we get} \\ |\tilde{S}_{n,m}(f, x, y) - f(x, y)|_{C([0, \frac{n+u}{n+\eta}] \times [0, \frac{n+u}{n+\eta}])} \\ &= \omega_2(f, \delta_m) \left\{ 1 + \frac{1}{\delta_m} \left(\frac{(\mathcal{V}_m)^2 m(m + \tau)}{(\mathfrak{D}_m + m + \eta)^2} \left(\frac{n+u}{n+\eta} \right)^2 + \frac{(2(m+u) + 1)m\mathcal{V}_m}{(\mathfrak{D}_m + m + \eta)^2} \left(\frac{n+u}{n+\eta} \right) \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + \frac{(m+u)^2}{(\mathfrak{D}_m + m + \eta)^2} - 2 \left(\frac{n+u}{n+\eta} \right) \frac{m\mathcal{V}_m}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} \left(\frac{n+u}{n+\eta} \right) + \frac{m+u}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} + \left(\frac{n+u}{n+\eta} \right)^2 \right)^{1/2} \right\} \\ &\leq \omega_2(f, \delta_m) \left\{ 1 + \frac{\left(\frac{n+u}{n+\eta} \right)}{\delta_m} \left(\left(\frac{n+u}{n+\eta} \right)^2 \left[\left(\frac{\mathcal{V}_m}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} \right)^2 m^2 - 2 \frac{\mathcal{V}_m}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} m + 1 \right] \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + \left(\frac{n+u}{n+\eta} \right)^2 \left[\left(\frac{\mathcal{V}_m}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} \right)^2 m\tau + \frac{1}{\left(\frac{n+u}{n+\eta} \right) \mathfrak{D}_m + m + \eta} \frac{\mathcal{V}_m}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} m + 1 \right] \right] \right)^{1/2} \right\} \end{aligned}$$

is found. Here for a constant D_2 independent of m by choosing

$$\begin{aligned} \delta_m &= \sqrt{\left(\frac{\mathcal{V}_m}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} - 1 \right)^2 + \frac{\mathcal{V}_m}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} + \frac{1}{\left(\frac{n+u}{n+\eta} \right) (\mathfrak{D}_m + m + \eta)}}, \\ \|\tilde{S}_{n,m}(f, x, y) - f(x, y)\|_{C([0, \frac{n+u}{n+\eta}] \times [0, \frac{n+u}{n+\eta}])} \\ &\leq D_1 \omega_2 \left(f, \sqrt{\left(\frac{\mathcal{V}_m}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} - 1 \right)^2 + \frac{\mathcal{V}_m}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} + \frac{1}{\left(\frac{n+u}{n+\eta} \right) (\mathfrak{D}_m + m + \eta)}} \right). \end{aligned}$$

Similarly,

$$\begin{aligned} N_2 &= \sum_{\rho=0}^{\infty} \sum_{\zeta=0}^{\infty} \left| f \left(\frac{\rho + n + u}{\mathfrak{p}_n + n + \eta}, y \right) - f(x, y) \right| G_{n,\rho}(x) G_{m,\zeta}(y) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!} \frac{(-\mathcal{V}_m)^\zeta}{\zeta!} \\ &\leq \omega_1(f, \delta_n) \left\{ 1 + \frac{1}{\delta_n} \sqrt{\sum_{\rho=0}^{\infty} \left| \frac{\rho + n + u}{\mathfrak{p}_n + n + \eta} - x \right|^2 G_{n,\rho}(x) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!}} \right\}. \end{aligned}$$

is written. Here, from Lemma 2.1

$$\begin{aligned} & \sum_{\rho=0}^{\infty} \left| \frac{\rho+n+u}{p_n+n+\eta} - x \right|^2 G_{n,\rho}(x) \frac{(-V_n)^\rho}{\rho!} \\ &= \frac{(V_n)^2 n(n+\sigma)}{(p_n+n+\eta)^2} x^2 + \frac{(2(n+u)+1)nV_n}{(p_n+n+\eta)^2} x + \frac{(n+u)^2}{(p_n+n+\eta)^2} \\ & - 2x \frac{nV_n}{p_n+n+\eta} + \frac{n+u}{p_n+n+\eta} + x^2. \end{aligned}$$

Using

$$\left(\frac{\rho+n+u}{p_n+n+\eta} - x \right)^2 = \left(\frac{\rho+n+u}{p_n+n+\eta} \right)^2 - 2x \frac{\rho+n+u}{p_n+n+\eta} + x^2,$$

$$|\tilde{S}_{n,m}(f, x, y) - f(x, y)|_{C([0, \frac{n+u}{n+\eta}] \times [0, \frac{n+u}{n+\eta}])}$$

$$\leq \omega_1(f, \delta_n) \left\{ 1 + \frac{1}{\delta_n} \left(\tilde{S}_{n,m}(t_1^2, x, y) - 2x\tilde{S}_{n,m}(t_1, x, y) + x^2\tilde{S}_{n,m}(1, x, y) \right)^{1/2} \right\}$$

inequality is valid. For $x \in [0, \frac{n+u}{n+\eta}]$, $\tilde{S}_{n,m}(t_1^2, x, y)$, $\tilde{S}_{n,m}(t_1, x, y)$ and $\tilde{S}_{n,m}(1, x, y)$ are written in place, $\lim_{n \rightarrow \infty} p_n = \infty$, $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{V_n}{p_n} = 0$ and considering the equations

$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{V_n}{p_n+n+\eta} n = 1$, $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n+u}{p_n+n+\eta} = 0$, for sufficiently large n $\frac{V_n}{p_n+n+\eta} \leq 1$, $\frac{V_n}{p_n+n+\eta} n \leq 2$ and taking $\frac{2un(V_n)^2}{(p_n+n+\eta)^2} < \frac{4u}{p_n+n+\eta} < \frac{4u}{n+\eta}$, $\frac{n(V_n)^2}{(p_n+n+\eta)^2} < \frac{2}{p_n+n+\eta} < \frac{2}{n+\eta}$, we have

$$|\tilde{S}_{n,m}(f, x, y) - f(x, y)|_{C([0, \frac{n+u}{n+\eta}] \times [0, \frac{n+u}{n+\eta}])}$$

$$= \omega_1(f, \delta_n) \left\{ 1 + \frac{1}{\delta_n} \left(\frac{(V_n)^2 n(n+\sigma)}{(p_n+n+\eta)^2} \left(\frac{n+u}{n+\eta} \right)^2 + \frac{(2(n+u)+1)nV_n}{(p_n+n+\eta)^2} \left(\frac{n+u}{n+\eta} \right) \right. \right.$$

$$\left. + \frac{(n+u)^2}{(p_n+n+\eta)^2} - 2x \frac{nV_n}{p_n+n+\eta} \left(\frac{n+u}{n+\eta} \right) + \frac{n+u}{p_n+n+\eta} + \left(\frac{n+u}{n+\eta} \right)^2 \right)^{1/2} \right\}$$

$$\leq \omega_1(f, \delta_n) \left\{ 1 + \frac{1}{\delta_n} \left(\frac{n(n+\sigma)}{(\delta_n)^2} (V_n)^2 \left(\frac{n+u}{n+\eta} \right)^2 + \frac{1}{p_n+n+\eta} \frac{V_n}{p_n+n+\eta} n \left(\frac{n+u}{n+\eta} \right) \right. \right.$$

$$\left. - 2 \left(\frac{n+u}{n+\eta} \right) \frac{V_n}{p_n+n+\eta} n + \left(\frac{n+u}{n+\eta} \right)^2 \right)^{1/2} \right\}$$

$$\leq \omega_1(f, \delta_n) \left\{ 1 + \frac{2\sigma \left(\frac{n+u}{n+\eta} \right)}{\delta_n} \right.$$

$$\left. \times \left[\left(\frac{V_n}{p_n+n+\eta} n - 1 \right)^2 + \frac{V_n}{p_n+n+\eta} + \frac{1}{\left(\frac{n+u}{n+\eta} \right) p_n+n+\eta} \right]^{1/2} \right\}$$

So for a constant D_1 , independent of n with the choice of

$$\delta_n = \sqrt{\left(\frac{V_n}{p_n+n+\eta}n-1\right)^2 + \frac{V_n}{p_n+n+\eta} + \frac{1}{\left(\frac{n+u}{n+\eta}\right)p_n+n+\eta}}$$

$$\|\tilde{S}_{n,m}(f, x, y) - f(x, y)\|_{C\left([0, \frac{n+u}{n+\eta}] \times [0, \frac{n+u}{n+\eta}]\right)}$$

$$\leq D_2 \omega_1 \left(f, \sqrt{\left(\frac{V_n}{p_n+n+\eta}n-1\right)^2 + \frac{V_n}{p_n+n+\eta} + \frac{1}{\left(\frac{n+u}{n+\eta}\right)p_n+n+\eta}} \right).$$

Thus the proof is completed.

Lemma 3.2 Let $(x, y) \in [0, \frac{n+u}{n+\eta}] \times [0, \frac{n+u}{n+\eta}]$ and for all $n, m \in \mathbb{N}$ The first three central moments for the defined two-variable Gadjiev-Ibragimov type operator are as follows:

- i) $\tilde{S}_{n,m}(1, x, y) = 1$,
- ii) $\tilde{S}_{n,m}(t_1 - x, x, y) = x \left[n \frac{V_n}{p_n+n+\eta} - 1 \right] + \frac{n+u}{p_n+n+\eta}$,
- iii) $\tilde{S}_{n,m}((t_1 - x)^2, x, y) = \left(\frac{(V_n)^2 n(n+\sigma)}{(p_n+n+\eta)^2} - 2 \frac{nV_n}{p_n+n+\eta} + 1 \right) x^2$
 $+ \left(\frac{(2(n+u)+1)nV_n}{(p_n+n+\eta)^2} - 2 \frac{n+u}{p_n+n+\eta} \right) x + \left(\frac{n+u}{p_n+n+\eta} \right)^2$.

Proof i) Clearly $\tilde{S}_{n,m}(1, x, y) = 1$,

ii) $\tilde{S}_{n,m}(t_1 - x, x, y) = \tilde{S}_{n,m}(t_1, x, y) - x\tilde{S}_{n,m}(1, x, y)$

$$= \frac{nV_n}{p_n+n+\eta}x + \frac{n+u}{p_n+n+\eta} - x$$

$$= x \left[\frac{nV_n}{p_n+n+\eta} - 1 \right] + \frac{n+u}{p_n+n+\eta}$$

iii) $\tilde{S}_{n,m}((t_1 - x)^2, x, y) = \tilde{S}_n(t_1^2, x, y) - 2x\tilde{S}_n(t_1, x, y) + x^2\tilde{S}_n(1, x, y)$

$$= \frac{(V_n)^2 n(n+\sigma)}{(p_n+n+\eta)^2} x^2 + \left(\frac{(2(n+u)+1)nV_n}{(p_n+n+\eta)^2} \right) x + \frac{(n+u)^2}{(p_n+n+\eta)^2}$$

$$- 2x \left(\frac{nV_n}{p_n+n+\eta}x + \frac{n+u}{p_n+n+\eta} \right) + x^2$$

$$= \left(\frac{(V_n)^2 n(n+\sigma)}{(p_n+n+\eta)^2} - 2 \frac{nV_n}{p_n+n+\eta} + 1 \right) x^2 + \left(\frac{(2(n+u)+1)nV_n}{(p_n+n+\eta)^2} - 2 \frac{n+u}{p_n+n+\eta} \right) x$$

$$+ \frac{(n+u)^2}{(p_n+n+\eta)^2}.$$

$\tilde{S}_{n,m}(t_2 - y, x, y)$ and $\tilde{S}_{n,m}((t_2 - y)^2, x, y)$ is calculated in a similar way.

Definition 3.1 Let f is defined in $\left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right] \times \left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right]$, where (x_1, y) and (x_2, y) are arbitrary points of this square, if the condition

$$|f(x_1, y) - f(x_2, y)| \leq M|x_1 - x_2|^{\tilde{\rho}}, \quad \tilde{\rho} \in (0,1)$$

is satisfied then the function f satisfies the Lipschitz condition in this frame with respect to the variable x or is said to be of the $Lip\tilde{\rho}$ class with respect to the variable x and is shown as $f \in Lip_x\tilde{\rho}$.

Similarly, (x, y_1) and (x, y_2) are arbitrary points in this square, if it satisfies the condition,

$$|f(x, y_1) - f(x, y_2)| \leq M|y_1 - y_2|^{\tilde{\rho}}, \quad \tilde{\rho} \in (0,1)$$

f is said to satisfy the Lipschitz condition with respect to the variable y or is of the $Lip\tilde{\rho}$ class with respect to the variable y and is shown as $f \in Lip_y\tilde{\rho}$, (Aksoy, 2016).

Theorem 3.3 Let $x, y \in \left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right] \times \left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right]$. In this case for every $f \in Lip_y\tilde{\rho} \cap Lip_x\tilde{\rho}$

$$|\tilde{S}_{n,m}(f, x, y) - f(x, y)|_{C\left(\left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right] \times \left[0, \frac{n+u}{n+\eta}\right]\right)} \leq M_1(\delta_{n_1})^{\tilde{\rho}/2} + M_2(\delta_{n_2})^{\eta/2}, \quad \tilde{\rho}, \eta \in (0,1).$$

Proof

For $f \in Lip_y\tilde{\rho} \cap Lip_x\tilde{\rho}$,

$$\begin{aligned} & \tilde{S}_{n,m}(f, x, y) - f(x, y) \\ &= \sum_{\rho=0}^{\infty} \sum_{\zeta=0}^{\infty} \left(f\left(\frac{\rho+n+u}{p_n+n+\eta}, \frac{\zeta+m+u}{\mathfrak{D}_m+m+\eta}\right) - f(x, y) \right) G_{n,\rho}(x) G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_n)^\rho}{\rho!} \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!} \\ &= \sum_{\rho=0}^{\infty} \sum_{\zeta=0}^{\infty} \left[f\left(\frac{\rho+n+u}{p_n+n+\eta}, \frac{\zeta+m+u}{\mathfrak{D}_m+m+\eta}\right) - f\left(x, \frac{\zeta+m+u}{\mathfrak{D}_m+m+\eta}\right) + f\left(x, \frac{\zeta+m+u}{\mathfrak{D}_m+m+\eta}\right) \right. \\ & \quad \left. - f(x, y) \right] G_{n,\rho}(x) G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_n)^\rho}{\rho!} \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!} \\ &= \sum_{\rho=0}^{\infty} \sum_{\zeta=0}^{\infty} \left[f\left(\frac{\rho+n+u}{p_n+n+\eta}, \frac{\zeta+m+u}{\mathfrak{D}_m+m+\eta}\right) - f\left(x, \frac{\zeta+m+u}{\mathfrak{D}_m+m+\eta}\right) \right] \\ & \quad \times G_{n,\rho}(x) G_{m,\zeta}(y) \frac{(-V_n)^\rho}{\rho!} \frac{(-V_m)^\zeta}{\zeta!} \end{aligned}$$

$$+ \sum_{\rho=0}^{\infty} \sum_{\zeta=0}^{\infty} \left[f\left(x, \frac{\zeta+m+u}{\mathfrak{D}_m+m+\eta}\right) - f(x, y) \right] G_{n,\rho}(x) G_{m,\zeta}(y) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!} \frac{(-\mathcal{V}_m)^\zeta}{\zeta!}$$

$$= \mu_1 + \mu_2.$$

So, for

$$|\mu_1| := \sum_{\rho=0}^{\infty} \sum_{\zeta=0}^{\infty} \left| f\left(\frac{\rho+n+u}{\mathfrak{p}_n+n+\eta}, \frac{\zeta+m+u}{\mathfrak{D}_m+m+\eta}\right) - f\left(x, \frac{\zeta+m+u}{\mathfrak{D}_m+m+\eta}\right) \right|$$

$$\times G_{n,\rho}(x) G_{m,\zeta}(y) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!} \frac{(-\mathcal{V}_m)^\zeta}{\zeta!}$$

we get

$$|\tilde{S}_{n,m}(f, x, y) - f(x, y)| \leq |\mu_1| + |\mu_2|.$$

$$\leq \sum_{\rho=0}^{\infty} \sum_{\zeta=0}^{\infty} M_1 \left| \frac{\rho+n+u}{\mathfrak{p}_n+n+\eta} - x \right|^{\tilde{\rho}} G_{n,\rho}(x) G_{m,\zeta}(y) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!} \frac{(-\mathcal{V}_m)^\zeta}{\zeta!}$$

$$\leq M_1 \sum_{\rho=0}^{\infty} \left| \frac{\rho+n+u}{\mathfrak{p}_n+n+\eta} - x \right|^{\tilde{\rho}} G_{n,\rho}(x) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!}.$$

Here, if we take $p = \frac{2}{\tilde{\rho}}$ using $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$ we have $q = \frac{2}{2-\tilde{\rho}}$. So, from Hölder inequality

$$|\mu_1| \leq M_1 \left(\sum_{\rho=0}^{\infty} \left| \frac{\rho+n+u}{\mathfrak{p}_n+n+\eta} - x \right|^2 G_{n,\rho}(x) \frac{(-\mathcal{V}_n)^\rho}{\rho!} \right)^{\frac{\tilde{\rho}}{2}} \left(\sum_{\zeta=0}^{\infty} G_{m,\zeta}(y) \frac{(-\mathcal{V}_m)^\zeta}{\zeta!} \right)^{\frac{2-\tilde{\rho}}{2}}$$

$$= M_1 \left(\tilde{S}_{n,m}((t_1 - x)^2, x, y) \right)^{\frac{\tilde{\rho}}{2}}$$

is written. Also, if we take

$$\tilde{S}_{n,m}((t_1 - x)^2, x, y) = \delta_{n_1} = \left(\frac{(\mathcal{V}_n)^2 n(n+\sigma)}{(\mathfrak{p}_n+n+\eta)^2} - 2 \frac{n\mathcal{V}_n}{\mathfrak{p}_n+n+\eta} + 1 \right) x^2$$

$$+ \left(\frac{(2(n+u)+1)n\mathcal{V}_n}{(\mathfrak{p}_n+n+\eta)^2} - 2 \frac{n+u}{\mathfrak{p}_n+n+\eta} \right) x + \left(\frac{n+u}{\mathfrak{p}_n+n+\eta} \right)^2$$

then

$$|\mu_1| \leq M_1 (\delta_{n_1})^{\frac{\tilde{\rho}}{2}}, \quad \tilde{\rho} \in (0, 1)$$

is obtained. Similarly, taking

$$\begin{aligned} \tilde{S}_{n,m}((t_2 - y)^2, x, y) &= \delta_{n_2} = \left(\frac{(V_m)^2 m(m + \tau)}{(\mathfrak{D}_m + m + \eta)^2} - 2 \frac{mV_m}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} + 1 \right) y^2 \\ &+ \left(\frac{(2(m + u) + 1)mV_m}{(\mathfrak{D}_m + m + \eta)^2} - 2 \frac{m + u}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} \right) y + \left(\frac{m + u}{\mathfrak{D}_m + m + \eta} \right)^2 \end{aligned}$$

we can write

$$|\mu_2| \leq M_2(\delta_{n_2})^{\frac{\eta}{2}}, \quad \eta \in (0,1).$$

So,

$$\begin{aligned} |\tilde{S}_{n,m}(f, x, y) - f(x, y)| &\leq |\mu_1| + |\mu_2| \\ &\leq M_1(\delta_{n_1})^{\frac{\tilde{\rho}}{2}} + M_2(\delta_{n_2})^{\frac{\eta}{2}}, \quad \tilde{\rho}, \eta \in (0,1) \end{aligned}$$

is obtained.

4. CONCLUSIONS

Approximation theory essentially has two basic problems. First, is there a sequence that converges to a function that is an element of the space under study ? Secondly, if there is convergence, what is its speed ? Our study, which is related to the theorem that it is sufficient to ensure this convergence only for the test functions, for the uniform convergence of linear positive operator sequences to a function that is continuous on a closed interval and limited on the entire real axis, includes an application of this theorem used to approximate two-dimensional functions. In approximation theory, finding the speed of convergence and setting an upper bound for the error of this approximation is as important as the convergence of the operator. In this paper, a modification of the Gadjiev-Ibragimov operator defined on a two-dimensional variable bounded region without derivative properties was studied. Important approximation properties are examined by defining the bivariate modification of a univariate Gadjiev Ibragimov type operator defined in a bounded interval on a quadratic region.

In future work, the operator can be generalized to preserve the exponential function. Our work can be used for approximation with different operators. New examinations can be made by changing the test functions of the operator. Additionally, proofs can be made by selecting some number sequences instead of the sequences in the operator e.g. (Soykan, 2023a, 2023b). With the help of q and (p, q) analysis, which are popular recent studies, a modification of the operator can be made as in (Herdem and Buyukyazici), (Bilgin and Eren, 2021, 2023).

REFERENCES

- [1] Acar, T., Rate of convergence for Ibragimov-Gadjiev-Durrmeyer operators, *Demonstratio Mathematica*, 50(1), 119-129, 2017.

- [2] Aksoy, G., *İki Değişkenli Schurer-Stancu Operatörlerinin Yaklaşım Özellikleri*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Anabilim Dalı, Ankara, 2016.
- [3] Aral, A., Approximation by Ibragimov-Gadjiev operators in polynomial weighted space, Proc. Inst. Math. Mech. Natl. Acad. Sci. Azerb., 19, 35- 44, 2003.
- [4] Bernstein, S. N., Sur la représentation des polynômes positifs, Сообщения Харьковского математического общества, 14(5), 227-228, 1915.
- [5] Bilgin, N. G., Eren, M., Results on bivariate modified (p, q) -Bernstein type operators, Gazi University Journal of Science, 36(2), 845-860, 2023.
- [6] Bilgin, N. G., Eren. M., A Generalization of Two Dimensional Bernstein-Stancu Operators, Sinop University Journal of Science, 6(2), 130-142, 2021.
- [7] Bozma G., Bars E. On The Approximation With An Ibragimov-Gadjiev Type Operator, Euroasia Journal Of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences International Indexed And Refereed, 9(20), 74-83, 2022,
- [8] Coskun, T. On a Construction of Positive Linear Operators for Approximation of Continuous Functions in the Weighted Spaces, Journal of Computational Analysis & Applications, 13(4), 2011.
- [9] Deniz, E., Aral, A., Convergence properties of Ibragimov-Gadjiev-Durrmeyer operators, Creat. Math. Inform. 24(1), 17-26 2015.
- [10] Dogru, O., On a certain family of linear positive operators, Turkish Journal of Mathematics, 21(4), 387-399, 1997.
- [11] Gonul, N., Coskun, E., Approximation with modified Gadjiev-Ibragimov operators in $C[0, A]$, Journal of Computational Analysis & Applications, 15(1), 868-879, 2013.
- [12] Gonul Bilgin, N., Coşkun, N., Comparison Result of Some Gadjiev Ibragimov Type Operators, Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(1), 188-196, 2018.
- [13] Gonul Bilgin, N., Ozgur, N., Approximation by Two Dimensional Gadjiev-Ibragimov Type Operators, Ikonion Journal of Mathematics, 1(1), 1-10, 2019.
- [14] Herdem, S., Buyukyazici, I., Weighted approximation by q -Ibragimov-Gadjiev operators, Mathematical Communications, 25(2), 201-212, 2020.
- [15] Ibragimov, I. I., Gadjiev, A. D., On a certain Family of linear positive operators, Soviet Math. Dokl., English Trans, 11, 1092-1095, 1970.
- [16] Soykan, Y., A Study on Generalized Blaise Numbers, Asian J. Adv. Res. Rep, 17(1), 32-53, 2023.

- [17] Soykan, Y., Generalized Pierre Numbers, Journal of Progressive Research in Mathematics, 20(1), 16-38, 2023.

KENTSEL SU YÖNETİMİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR SİSTEMLERE GEÇİŞ VE SU DUYARLI KENT

Yüksek Lisans Öğrencisi, Hatice AKSOY

Atatürk Üniversitesi, hatice.aksoy20@ogr.atauni.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9591-4133

Doç. Dr., Gül ŞİMŞEK

Atatürk Üniversitesi, gul.simsek11@ogr.atauni.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5123-323X

ÖZET

Son yüzyılda yaşanan ve tüm dünyayı etkileyen iklim değişimi, su kaynaklarını tehdit etmektedir. Bu tehditlerin başında canlılar için gerekli tatlı su kaynaklarının yok olması gelmektedir. Dünya üzerindeki toplam 35 milyon km³ suyun yalnızca %0.3'ünü (105.000 km³) oluşturan bu kaynakların korunması ve gelecek nesillere aktarılması, geleneksel su yönetimi sistemlerinden sürdürülebilir su yönetimi sistemlerine geçişi gerekli kılmaktadır. Kentlerde su temini, atık ve yağmur sularının tahliyesi, geleneksel kentsel su yönetiminin temelleridir. Sürdürülebilir kentsel su yönetiminde ise suyun su kaynaklarından temin edilmesine alternatif olarak, atık sular ve yağmur suları da birer kaynak olarak kullanılmaktadır. Geleneksel kentsel su yönetiminden sürdürülebilir kentsel su yönetimine geçiş süreci; su sağlayan kent, kanalizasyon kenti, drenaj kenti, su yolları kenti, su döngüsü kenti ve su duyarlı kent adımlarını takip etmektedir. Sürdürülebilir kentsel su yönetiminin son adımı olan su duyarlı kent; **dayanıklı, yaşanılabilir, verimli ve sürdürülebilir** su yönetimini bütüncül bir yaklaşımla ele almaktadır. Tüm dünyada farklı isimlerle adlandırılan su duyarlı yaklaşımlar, yeşil altyapı uygulamaları, mavi-yeşil altyapı sistemleri, sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi, sürdürülebilir kentsel drenaj sistemleri, bütünleşik kentsel su yönetimi, düşük etkili gelişim, en iyi yönetim uygulamaları, doğa temelli tasarım uygulamaları, sürdürülebilir atık su yönetimi ve sürdürülebilir taşkın yönetimini içermektedir. Su duyarlı kente geçişte su duyarlı yaklaşımların tekil yapı ölçeğinden, kent bütününe kadar giden farklı ölçeklerde çeşitli uygulamaları bulunmaktadır. Bu çalışmada, literatürde sürdürülebilir kentsel su yönetimine geçiş süreci ile, su duyarlı kent yaklaşımı ele alınmaktadır. (Bu çalışma, ilk yazarın Atatürk Üniversitesi Kentsel Tasarım Anabilim Dalında yürütülmekte olan tezinden üretilmiştir.)

Anahtar Kelimeler: Su Duyarlı Kent, Kentsel Su Yönetimi, Sürdürülebilir Kentsel Su Yönetimi

TRANSITION TO SUSTAINABLE SYSTEMS IN URBAN WATER MANAGEMENT AND WATER SENSITIVE CITY

ABSTRACT

Global climate change, which has occurred in the last century, threatens water resources. The main threat is the loss of freshwater resources suitable for living beings. Protecting these resources, which constitute only 0.3% (105,000 km³) of the total 35 million km³ of water in the world, and transferring them to future generations necessitates the transition from traditional water management systems to sustainable water management systems. Supplying water to cities and discharging waste and rainwater are the foundations of traditional urban water management. In sustainable urban water management, wastewater and rainwater are also used as resources as an alternative to providing potable water from water resources. The transition process from traditional urban water management to sustainable urban water management is following the steps of a water supply city, sewage city, drainage city, waterways city, water cycle city, and water sensitive city. Water sensitive city, which is the last step in sustainable urban water management; addresses durable, livable, efficient, and sustainable water management with a holistic approach. Water sensitive urban approaches, called by different names all over the world; cover green infrastructure practices, blue-green infrastructure systems, sustainable stormwater management, sustainable urban drainage systems (SUDS), integrated urban water management systems (IUWM), low impact development (LID), best management practices (BMP), nature-based design practices, sustainable wastewater management systems, sustainable flood management, and water sensitive urban design (WSUD). In the transition to a water-sensitive city, water-sensitive approaches have various applications at different scales, from the scale of individual buildings to the whole city. In this study, the transition process to sustainable urban water management, and the water-sensitive city approach in literature are discussed. (This study was produced from the thesis of the first author, which is being carried out at Atatürk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Urban Design)

Keywords: Water Sensitive City, Urban Water Management, Sustainable Urban Water Management

1. GİRİŞ

İklim, Dünya Meteoroloji Örgütüne (WMO) göre 30 yıldan uzun süreli meteorolojik verilerin birleştirilmesi ile meydana gelmektedir (Toy, Şimşek, & Kulözü, 2015, s. 760). İklim değişikliği ise yüzyıllardır benzer iklim verilerine sahip kentlerin, son yüzyılda yaşanan sıcaklık artışları ile iklimlerinde yaşanan değişimlerdir. İklim Değişikliği Paneli (IPCC) değerlendirme raporlarında iklim değişiminin temel nedenlerinin insan kaynaklı olduğunu savunulmaktadır

(Demirbaş & Aydın, 2020, s. 164). Küresel ölçekte yaşanan iklim değişimi, doğal kaynakları ve bu kaynakların geleceğini tehdit etmektedir. Bu kaynakların başında gelen tatlı sular yok olma tehlikesi altındadır (Demirbaş & Aydın, 2020, s. 167). Dünya üzerindeki toplam 35 milyon km³ suyun yalnızca %0.3'ünü (105.000 km³) oluşturan tatlı su kaynaklarının korunması ve gelecek nesillere aktarılması için kentsel su yönetiminde sürdürülebilir yaklaşımlara geçişler yaşanmaktadır (Muluk, ve diğerleri, 2014, s. 8).

Küresel iklim değişikliği, nüfus artışı, kentlerin büyümesi, sanayiler ve değişen tüketim alışkanlıklarının etkisi ile, su kaynaklarının sürdürülebilirliği zorlaşmaktadır (Karagöz Turan, 2019, s. 1). Bu durum, hem temel hakkımız olan suya erişimde sorunlara neden olmakta, hem de gelecek kuşakların erişimini de tehdit etmektedir (Birleşmiş Milletler Su İstatistikleri, 2003). 1948'de **BM İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi** (Aybay, 2023, s. 6), 1972'de **BM İnsan ve Çevre Konferansı** (Türkiye Barolar Birliği, 2014, s. 65) ve 1977'da **Mar Del Plata Konferansı** (Yozgat, 2020, s. 528) ile dünya üzerindeki her insanın temiz suya erişimi temel bir hak olarak kabul edilmiştir. Suları koruma ve gelecek nesillere ulaştırma noktasında, sürdürülebilir önlemler alınmaya çalışılmaktadır. İlerleyen yıllarda düzenlenen 1992 **BM Rio Çevre ve Kalkınma Konferansı** (İnce, 2017, s. 8) ve 1992'de **Dublin Bildirgesi** (Özsoy, 2009, s. 146) ile sürdürülebilir kentsel su yönetimi çalışmaları hızlanmıştır. İlki 1997 yılında Fas'ta yapılan **Dünya Su Forumu** ve 2003 yılından itibaren her yıl yayınlanan **Dünya Su Gelişme Raporları** ile ülkelerin su tehditlerine karşı geliştirdiği Su Duyarlı Politikalar artmaktadır (Eşbah Tunçay, 2021, s. 109). Son olarak ülkemizde Mart 2023'te yapılan BM 2023 Su Konferansında, suyun sürdürülebilir kalkınmanın temeli olarak kabul edilmesi ile de sürdürülebilir kentsel su yönetiminin önemine vurgu yapılmıştır (T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2023).

Küresel iklim değişiminin olumsuz etkilerinden bazıları olan; deniz seviyesinin yükselmesi, aşırı hava olayları sonucu taşkınlar, kuraklık ve su kıtlığı, kentsel ısı adası etkisi, temelinde su konusunu barındırmaktadır. Kentlerde, olumsuz etkilerini her geçen gün arttıran kuraklık, sel ve su baskınları afetleri görülmektedir (Kahraman & Şenol, 2018, s. 358). Kentlerde yürütülen çalışmalar arasında ilk sıralarda, afetlerin yıkıcı etkilerine yönelik önlemler yer almaktadır. Avustralya'da 1995 yılında başlayıp 2009 yılı sonlarına doğru sona eren Milenyum Kuraklıkları bunlardan biridir. Dönemin hükümeti tarafından uzmanlarla yürütülen çalışmalarda sürdürülebilir kentsel su yönetimi için kuraklık alanında literatüre büyük katkılar yapılmıştır. Bu çalışmalardan olan, R. Brown ve ekibi tarafından 2008 yılında Avustralya'nın Monash Üniversitesinde yürütülen **Ulusal Kentsel Su Yönetişim Programı (The National Urban Water Governance Program)** isimli araştırmada, geleneksel sistemlerden sürdürülebilir sistemlere geçiş adımları bir çerçeve olarak ortaya konulmuştur (Brown, Keath, & Wong, 2008, s. 5). Bu adımlar sırasıyla; su temin şehri, kanalizasyon şehri, drenaj şehri, su yolu şehri, su döngüsü şehri ve su duyarlı kettir. Son adım olan **su duyarlı kent** kavramı ulaşılmak istenen sürdürülebilir kentsel su yönetim sistemi idealini de anlatmak için kullanılmaktadır. Su duyarlı kente geçiş için Avustralya başta olmak üzere Çin, Avrupa, Kuzey Amerika, Birleşik Krallık ve Yeni Zelanda'da farklı isimlendirilen ancak benzerlikler taşıyan politikalar ve yaklaşımlar geliştirilmiştir (Eşbah Tunçay, 2021, s. 5).

Çalışmada genel olarak geleneksel kentsel su yönetiminden, sürdürülebilir kentsel su yönetimi sistemlerine geçişten ve su duyarlı kent yaklaşımından bahsedilmektedir. Geleneksel kentsel su yönetimi ve sürdürülebilir kentsel su yönetiminin karşılaştırması üzerinden sürdürülebilir sistemlere geçişin nedenlerine, kentsel su yönetimi başlığı altında yer verilmektedir. Sürdürülebilir sistemlere geçiş çerçevesi ve bu çerçevede yer alan adımlar, sürdürülebilir kentsel su yönetimi başlığı altında açıklanmaktadır. Son bölümde; su duyarlı kent kavramının içeriğine, dünya üzerinde uygulanan su duyarlı yöntemlere ve uygulama ölçeklerine, su duyarlı kent başlığı altında değinilmektedir.

2. KENTSEL SU YÖNETİMİ

Kentlerin sularla ilk ilişkisi su teminine dayanmaktadır. İlk kentler, yağış alan alanlarda ya da tatlı su kaynaklarından olan nehir kenarlarında gelişim göstermiştir (Teber, 1985, s. 273; Postel, Allsopp, Page, Johnston, & Santillo, 2010, s. 14; Kejanlı, 2005, s. 90). Kentsel su yönetiminin ortaya çıkışı sayılabilecek, MÖ 1820 yılında Fırat Nehri'nin taşması ile meydana gelen 40.000 kişinin yerleşim alanını değiştirmesine neden olan sel felaketi, Hammurabi Yasalarında su kanallarının yönetimi, bakımı ve yapımına dair düzenlemeleri getirmiştir (Teber, 1985, s. 298). Bu ilk kentsel su yönetim sistemi, sellerin önüne geçmek için yağmur sularının kentlerden hızlı tahliyesine odaklanmaktadır. Bir diğer çalışma, Roma İmparatorluk Dönemi Laodikeia Su Yasası ise; kente su getirilmesi, suyun adil paylaşımı, su sistemlerinin ve borularının korunması ve zarar verenlerin cezalandırılması gibi su yönetimi konularını içermektedir (Akkurnaz, 2017, s. 150).

Tarım ile gelen yerleşik hayata geçişte kentsel anlamda ilk su yapıları olarak basit sulama kanalları ve yağmur suyu depolama alanları inşa edilmiştir (Güngör, 2021, s. 35). Modern yağmur suyu yönetiminin temelini oluşturan sarnıçlar inşa edilmiştir (Aykutlu & Pilehvarian Kara, 2022, s. 51). Su temini yanında, ilk kentsel su yönetim sistemlerinde kentsel atık suların kentten tahliyesi de görülmektedir.

Kentlerde Sanayi Devrimi etkisi ile 17. yüzyılda geliştirilen su motor ve pompa sistemleri; suların göller, göletler, nehirler ve yer altı sularından teminini sağlamıştır (Konyalı Dereli & Çay, 2020, s. 669). Artan nüfus ve su kullanımı göllerin, göletlerin, nehirlerin ve yer altı sularının yakın çevrede hızlı tükenmesine neden olmuştur (Kılıç, 2009, s. 46; Baş & Partigöç, 2022, s. 129). Su kullanımındaki artışa ek olarak, yapılaşan kentlerde geçirimsiz yüzeylerde artışlar meydana gelmiştir (Aydın Türk, 2019, s. 187). Geçirimsiz yüzeylerde süzilemeyen yağış suları yeraltına ulaşmadığı için doğal su döngüsüne katılamamaktadır (Konyalı Dereli & Çay, 2020, s. 669). Yüksek debili yağışlarda hızlı ve yeterli tahliye edilemeyen yağmur suları; selleri, taşkınları ve su baskınlarına neden olmaktadır. Ani ve yüksek debili yağışlarda beklenenden daha fazla suyun barajlara bir anda dolması, boşaltılmasını gerektirebilmektedir. Bu yağışlar sonrasında meydana gelen uzun kuraklık dönemleri, yağışın verimini düşürmektedir (Partigöç & Soğancı, 2019, s. 287). Küresel iklim değişikliği ile, yüksek debili yağmurların sıklığı ve meydana getirdiği afetler artmaktadır. Kentsel su yönetimi mevcut uygulamalarının bu sorunlarla mücadelede yetersiz kalması, yeni kentsel su yönetim uygulamaları arayışlarına neden olmuştur. Kaynakların korunması ve gelecek nesillere aktarılması yanında afetlerin ve afet etkilerinin azaltılması için kentsel su yönetiminde

sürdürülebilirlik kavramı önerilmiştir. Su kaynakları üzerindeki sürdürülebilirlik kavramı ilk olarak Birleşmiş Milletler tarafından 1972 yılında gerçekleştirilen Stockholm Konferansı'nda yer almıştır (Çankır, Fındık, & Koçak, 2012, s. 376). Bu ilke “su, toprak hava ve doğal ekosistemlerin gelecek nesiller için planlama ve yönetim yoluyla korunması” şeklindedir (Konyalı Dereli, 2020, s. 13). Sürdürülebilirliğin temeli olan çevresel, sosyal ve ekonomik ilkeleri, kentsel su yönetiminde birleşerek **sürdürülebilir kentsel su yönetimi (Sustainable Urban Water Management - SUWM)** sistemlerini (Brown, Farrelly, & Keath, 2007, s. 11; Tuncer, 2018, s. 414) oluşturmaktadır.

Geleneksel kentsel su yönetiminde yeraltı suları, kentsel akarsular ve barajlardan temiz su temin edilmektedir. Su temininde sadece tatlı sular kaynak olarak tercih edilmekte ve bu durum tatlı su kaynakları üzerindeki baskıyı arttırmaktadır. Geleneksel sistemlerde atık ve yağmur sularının hızlı tahliyesi görülürken, sürdürülebilir kentsel su yönetiminde tatlı sulara alternatif olarak atık ve yağmur suları birer kaynak olarak görülmektedir (Brown, Keath, & Wong, 2009a). Sürdürülebilir sistemlerde alternatif kaynakların kullanımı, tatlı sular üzerindeki baskıyı azaltmaktadır. Geleneksel kentsel su yönetimi ve sürdürülebilir kentsel su yönetiminin özellikleri Çizelge 1’de belirtildiği gibi farklılıklara sahiptir.

Çizelge 1. Geleneksel Kentsel Su Yönetimi ve Sürdürülebilir Kentsel Su Yönetimi Karşılaştırması (T.H.F., ve Diğerleri, 2011, S. 8 kaynağından düzenlenmiştir).

Özellikler	Geleneksel Kentsel Su Yönetimi	Sürdürülebilir Kentsel Su Yönetimi
Çalışma Sistemi	Geleneksel yöntemlerde yağışın çok olduğu zamanlarda suyun hızlı bir şekilde tahliye edilmesi ile yağışın az olduğu mevsimlerde kuraklık sorunları başgöstermektedir.	Sürdürülebilir kentsel su yönetiminde kentsel su talebinin ve su tahliyesinin birbiri ile ilişkili çözümleri geliştirilmektedir. Yağışın çok olduğu mevsimlerde suyun depolanması, yavaş şekilde tahliyesi ve kentsel çevrelerde yer altına geçişi sağlanmaktadır.
Su Kaynakları	Barajlar Kentsel Akarsular Yeraltı Suları Ticari Sular	Barajlar Kentsel Akarsular Yeraltı Suları Ticari Sular Yağmur Suları Atık Sular Deniz ve Okyanus Suları
Yönetim Yaklaşımı	Su miktarı, su kalitesi ve kentsel su tasarımı birbirinden ayrı olarak ele alınmakta ve ayrı disiplinlerde çözülmektedir. Su döngüsü bileşenlerinin	Su miktarı, su kalitesi ve kentsel su tasarımı birbiri ile bağlantılı olarak ele alınmakta ve pek çok disiplinden uzmanlar ile çözülmektedir. Kentsel

	bölgelere ayrılması ve optimizasyonu söz konusudur.	çevrelerin yaşanabilirliğini artırırken, iklim ve su hizmetleri gereksinimlerinde gelecekteki belirsizliklere karşı daha yüksek bir dayanıklılık düzeyi sağlamak için tasarlanmıştır. Toplam su döngüsünün (arazi kullanımı dahil) uyarlanabilir, entegre ve sürdürülebilir yönetimi esas alınmaktadır.
Altyapı Uygulamaları	Su Temin Hattı, Drenaj ve Atık Su Hattı Birleşik	Su Temin Hattı, Yağmur Suyu Drenaj Hattı ve Atık Su Hattı Ayrık, Arıtılmış Su Hattı
Faydaları	Ekonomik	Çevresel, Sosyal, Ekonomik
Çalışma Alanları	Altyapı Çalışmaları	Altyapı Çalışmaları, Mimari Projeler, Kentsel Tasarım Çalışmaları, Peyzaj Çalışmaları, Planlama Çalışmaları
Uzmanlık	Dar teknik ve ekonomi odaklı disiplinler	Sosyal, teknik, ekonomik, tasarım, ekolojik alanlar vb. genelinde disiplinler arası çok paydaşlı öğrenme
Hizmet Sunumu	Merkezi, doğrusal ve ağırlıklı olarak teknolojik ve ekonomik temelli	Bir dizi yaklaşımla (teknik, sosyal, ekonomik, ekolojik vb.) birden çok ölçekte alternatifler ile çeşitlenen esnek çözümler
Halkın Rolü	Topluluklar adına hükümet tarafından yönetilen su	Hükümet, iş dünyası, uzmanlar, topluluklar ve halk arasında suyun ortak yönetimi
Risk Yönetimi	Hükümet tarafından düzenlenen ve kontrol edilen risk yönetimi	Özel ve kamu araçları aracılığıyla paylaşılan, katılımcılar arasında çeşitlendirilen risk yönetimi

Modern anlamda kentsel su yönetimi, kentsel alanlarda su temini, atık su arıtma, yağmur suyu yönetimi ve suyla ilgili altyapı çalışmalarını içeren planlama, tasarım, işletme ve bakım gibi adımları da içeren çok disiplinli bir alandır (Koç, 2022, s. 283). Doğal su döngüsünde suyun

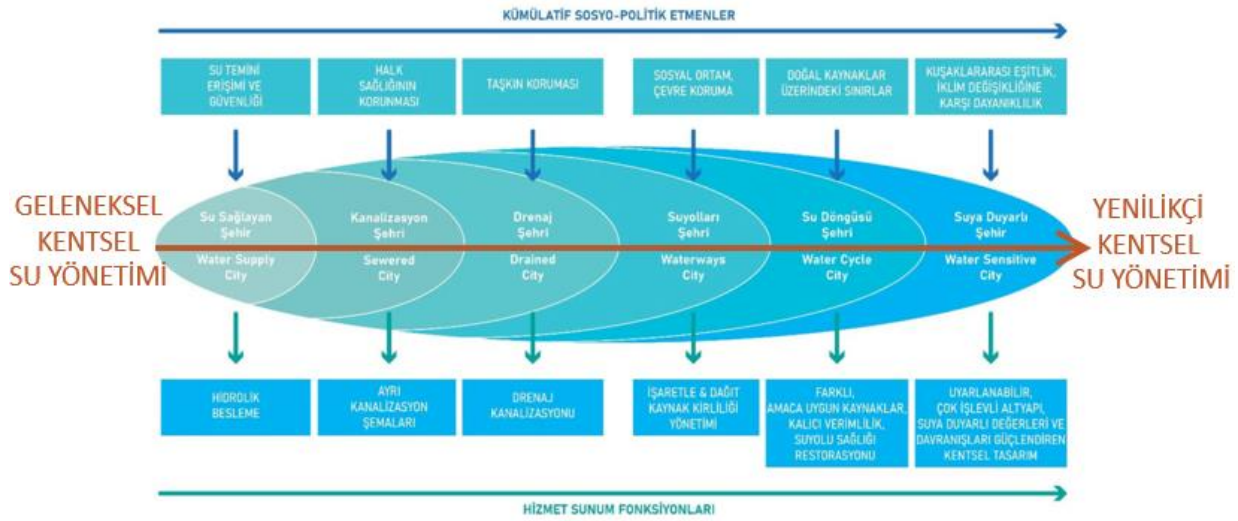
hareketi sırasında kaybedilen suyun azaltılması, yer altına daha fazla suyun ulaştırılması, tatlı su dışındaki kaynakların bazı ihtiyaçlar için kullanılması, tatlı su kullanımının azaltılması gibi farklı çözüm önerileri kentsel su yönetimlerini şekillendirmektedir.

3. SÜRDÜRÜLEBİLİR KENTSEL SU YÖNETİMİ

Geleneksel su yönetimi uygulamalarında kaybedilen kaynak suları ve kirletilen kaynakların miktarı, iklim değişiminin etkisi ile her geçen gün artmaktadır. Geleneksel kentsel su yönetim sistemlerinin yetersizliği, sürdürülebilir kentsel su yönetim sistemlerine olan önemi arttırmaktadır (Eşbah Tunçay, 2021, s. 113). Canlıların devamlılığı için gerekli olan suların gelecek nesillere aktarılabilmesi için sular üzerine yapılan çalışmalar, **su duyarlılığı** konusunu gündeme getirmektedir. Geleneksel olarak kentsel su yönetim sistemleri; su temini, kanalizasyon yönetimi, drenaj ve taşkın kontrolü hizmetlerini sağlamakta, ancak geleneksel olarak çözümlenen bu sistemler kentsel çevreyi ve suyun geleceğini şekillendiren sistemleri içermemektedir (Fogarty, van Bueren, & Iftekhar, 2021, s. 2). Sürdürülebilir sistemlerde, geleneksel sistemlerden farklı olarak hedef; suyun hızlı tahliyesi ve tüm kaynakların kullanılması değildir. Sürdürülebilir sistemlerde, tahliye edilen sular olan yağış suları ve atık sular, işlenerek ikincil su kaynakları olarak kullanılmaktadır. Kentlerde kullanılan suların kent yüzeyinden doğal su döngüsüne katılamaması, kentsel tasarımda kentsel su yönetiminin su duyarlı sistemlere geçişinin dayanağını oluşturmaktadır. Bu sayede kaynak suları üzerindeki kullanım oranının azaltılması ve kaynak sularının korunması hedeflenmektedir (Brown, Farrelly, & Keath, 2007, s. 5),

Avustralya’da 1995 ve 2009 yılları arasında yaşanan Milenyum kuraklığının getirdiği iklim değişikliği, hızlı kentleşme, bozulan ekosistemler ve yetersiz kalan altyapı; su sistemi hizmetlerinin planlanması ve tasarlanmasını sürdürülebilir sistemlere geçişe zorlamıştır (Rogers, ve diğerleri, 2020, s. 1). R. Brown ve ekibi tarafından 2008 yılında Avustralya’nın Monash Üniversitesinde yürütülen **Ulusal Kentsel Su Yönetişim Programı (The National Urban Water Governance Program)** isimli araştırmada geleneksel sistemlerden sürdürülebilir sistemlere geçiş adımlarına yönelik bir çerçeve ortaya konulmuştur (Brown, Keath, & Wong, 2008, s. 5). Bu çerçevede yer alan adımlar sırasıyla; **su temin şehri, kanalizasyon şehri, drenaj şehri, su yolu şehri, su döngüsü şehri ve su duyarlı kent** (Bkz Görsel 1). Avustralya’da kentlerin durumunu tanımlamak ve sürdürülebilir kentsel su yönetimine geçişte izlenecek adımları içermek için ortaya çıkan bu çerçeve, benzer sorunlarla karşılaşan diğer ülkelerin çalışmalarına da altlık oluşturmıştır.

Görsel 1. Geleneksel Kentsel Su Yönetiminden Sürdürülebilir Kentsel Su Yönetimi Sistemlerine Geçiş Adımları (Brown, Keath, & Wong, 2008 kaynağından çevrilmiştir.)



3.1. Su Temin Şehri (Water Supply City)

Kentsel su yönetiminde sürdürülebilir sistemlere geçişin ilk adımı, **Su Temin Şehridir (Water Supply City)** (Brown, Keath, & Wong, 2008, s. 6). Su temin şehirlerinde; su temini, erişimi ve güvenliği hidrolik besleme yönetimi ile sunulmaya çalışılmaktadır. Burada atık sular sisteme dahil edilmemiştir. Merkezi bir sistemin, herkes için ucuz ve adil su bekleyen, büyüyen kentsel nüfusa su sağladığı, modern su yönetiminin en temel halidir. Büyük miktarlarda su, borular ve barajlar gibi altyapı kullanılarak çevreden çıkarılır. Halk, suyun ucuz, çevreye zararsız ve sınırsızca erişilebilir olmasını beklemektedir (Brown, Keath, & Wong, 2008, s. 6).

19. yüzyıla gelindiğinde belediye su sistemlerine geçilmiş ve kanalizasyon sistemleri geliştirilmiştir. Kanalizasyon sistemleri ile birlikte, atık suların yönetimi de öne çıkmaktadır. Ancak atık suların atıldığı noktalarda çeşitli sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle kanalizasyon şehirlerinde; halk sağlığının korunması temel hedeftir (Pamungkas, Tucunan, Navastara, & Idajati, 2017, s. 1).

3.2. Kanalizasyon Şehri (Sewered City)

Kentsel atık suların bir bütün halinde kanalizasyon sistemleri ile atılması, büyüyen kentlerde zaman içerisinde yetersiz kalmıştır. Çözüm önerileri olarak farklı kanalizasyon şemaları geliştirilmeye çalışılmıştır. Kentsel su yönetiminde sürdürülebilir sistemlere geçişin ikinci adımı olan **Kanalizasyon Şehri (Sewered City)**, bu şekilde sağlanmıştır (Pamungkas, Tucunan, Navastara, & Idajati, 2017, s. 1). Önceki durumu temel alan Kanalizasyon Şehri, daha iyi halk sağlığı ve hijyen arzusuyla hareket eder. Evsel ve endüstriyel atık sularının neden olduğu hastalıklar, atık suları konutlardan uzaklaştıran ve şehir dışındaki su yollarına yönlendiren kanalizasyon sistemlerinin gelişmesine yol açar. Önceki durumda olduğu gibi, atık suların atılmasının çevreye zarar vermediği varsayılmaktadır (Brown, Keath, & Wong, 2008, s. 6).

3.3. Drenaj Şehri (Drained City)

Kanalizasyon sistemindeki kirli suların, doğal sulara katılmasında filtrelenmesini sağlamak için drenaj kanalizasyonları geliştirilmiştir. Drenaj sistemleri ile sulardaki katı atıklar elenmeye

çalışılmaktadır. Artan taşkınların önüne geçilmesi ve yoğun yağışların kentten hızla uzaklaştırılmasını hedefleyen bu sistemde yağmur suyu baş edilmesi gereken bir sorundur. Çünkü yağmur suları kanalizasyon sistemlerinin taşmasına ve atık sularının yüzeye çıkarak salgın hastalıklara neden olmaktadır. Drenaj sistemlerinin kentsel su yönetimine katılması ile sürdürülebilir kentsel su yönetiminin üçüncü adımı olan **Drenaj Şehri (Drained City)** sağlanmıştır (Pamungkas, Tucunan, Navastara, & Idajati, 2017, s. 2). Büyüyen şehirlerin kanalizasyon ve drenaj sistemleri yetersiz kalmaktadır. Drenaj Şehri'nin arkasındaki itici güç, evleri ve altyapıyı selden koruma ihtiyacıdır. Nehirlerin kanalize edilmesi, konut ve hızlı kentsel büyüme için taşkın yataklarının geliştirilmesini getirir. Atık su gibi, yağmur suyu da kentsel alanlardan uzağa ve genellikle atık boşaltma alanı olarak düşünülen su yollarına yönlendirilir. Halk, su temini, kanalizasyon ve drenaj hizmetlerinin ucuza sağlanmasını beklemektedir (Brown, Keath, & Wong, 2008, s. 6-7).

3.4. Su Yolları Şehri (Waterways City)

Kentsel su yönetiminde ilk üç adım geleneksel sistemlerden sayılabilirken, dördüncü adım olan **Su Yolları Şehri (Waterways City)** sürdürülebilir sistemlerin başlangıcı kabul edilebilmektedir (Pamungkas, Tucunan, Navastara, & Idajati, 2017, s. 2). Su kaynaklarının kent içerisinde su yolları olarak, kanallar şeklinde inşa edilmesi savunulmaktadır. Atık suları da açıkta bırakan görünür kirlilik içeren bu adımda, hem kentlerde halk sağlığı sorunları ortaya çıkmış, hem de kentsel estetik olumsuz etkilenmiştir (Brown, Keath, & Wong, 2008, s. 7). Çevreyi, ekonomi ve kalkınmadan daha düşük öncelikli olarak gören bir sistem olması nedeniyle, karşılık olarak **çevrecilik** kavramının gelişmesine katkıda bulunmuştur. Çevrecilik etkisi ile kirleticileri azaltacak önlemler alınmaya çalışılmıştır (Turna & Solmaz, 2023, s. 740). Biyofiltreleme sistemleri gibi döneminde yeni sayılan sistemler geliştirilmiştir (Brown, Keath, & Wong, 2008, s. 7). Hem su çıkarma, hem de atık işlemenin çevresel etkileri ilk kez dikkate alınmaktadır. Temiz su yollarının sosyal ve estetik değerleri yükseltildikçe, kentsel planlama suyu önemli bir husus olarak entegre etmeye başlar (Görer Tamer, 2016). Tatlı suyun serbestçe çıkarılması artık engellenmekte ve alıcı su yolları, yağmur bahçeleri ve şehrin her yerine dağıtılmış yapay sulak alanlar gibi biyo-filtreleme sistemleri yoluyla korunmaktadır (Brown, Farrelly, & Keath, 2007).

3.5. Su Döngüsü Şehri (Water Cycle City)

Araştırmacılar ve uygulayıcılar, artan su kullanımına ve düşen kaliteye yönelik çalışmalarını **Su Döngüsü Şehri (Water Cycle City)** adımıyla ele almışlardır (Pamungkas, Tucunan, Navastara, & Idajati, 2017, s. 2). Sosyal, ekonomik ve çevresel çözümler üretmeye çalışmışlardır. Suyun korunmasını ve amaca uygun çeşitli su kaynaklarının bulunmasını içeren bütünleşik veya toplam su döngüsünü dikkate alan yaklaşımlar önermektedirler (Brown, Keath, & Wong, 2008, s. 8). Bu durumda, su aktif olarak korunur ve yağmur suyu, gri su ve geri dönüştürülmüş atık su gibi çeşitli kaynaklardan gelen tedarikler amaca uygun bir şekilde kullanılır. Sürdürülebilirlik artık geniş çapta benimsenmekte ve hükümetin risksiz su tedarik hizmetleri sunmasının beklendiği eski hidro-sosyal sözleşmenin yerini, hükümet, iş dünyası ve halk arasındaki ortak yönetim düzenlemeleri almaktadır (Rogers, ve diğerleri, 2020, s. 2).

3.6. Su Duyarlı Kent (Water Sensitive City)

Tüm suların hesaba katılarak kurgulandığı bir sistem ile suyun temin edilmesine ek olarak, suyun hasadına da önem veren sistemler, **Su Duyarlı Kent (Water Sensitive City)** adıdır (Pamungkas, Tucunan, Navastara, & Idajati, 2017, s. 2). Su duyarlı kent, kentsel hidrolojik döngü ile şu şekillerde etkileşime girer: Mevcut su kaynaklarının çeşitliliğinin verimli kullanımı yoluyla ekonomik uygunluk için gerekli olan su güvenliğini sağlamak, suyunun ve sulak alanların sağlığını geliştirmek ve korumak, sel riskini ve hasarını azaltmak üzere suyu toplayan, temizleyen ve geri dönüştürmek. Su yönetimine yönelik stratejiler ve sistemler, biyoçeşitliliğe, karbon tutulmasına ve kentsel ısı adası etkilerinin azaltılmasına katkıda da bulunmaktadır (CRCWSC 2015). Bir sonraki bölümde, su duyarlı kent detaylı olarak açıklanmaktadır.

4. SU DUYARLI KENT

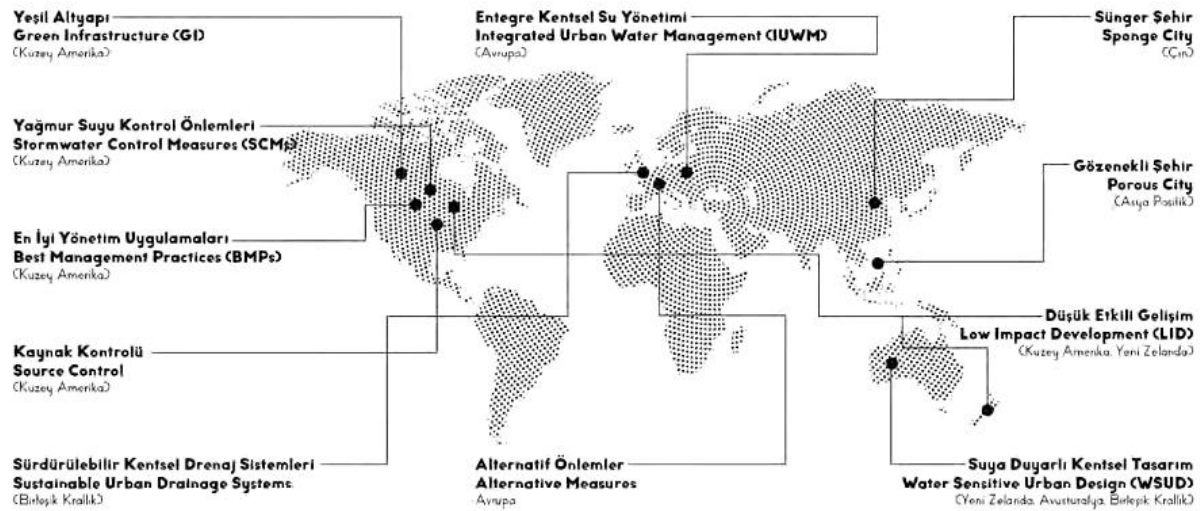
Su duyarlı kent (WSC - water sensitive city) yaklaşımı literatürde suya duyarlı şehir, suya hassas şehir, su temelli kent gibi isimlendirmeler ile de kullanılabilmektedir. Bu çalışmada kullanılan “su duyarlı kent terimi”, ilk olarak 2004 yılında Avustralya’da Ulusal Su Girişimi’nin (NWI) kuruluş raporunda (COAG, 2010) kullanılmıştır (Floyd, Iaquinto, Ison, & Collins, 2014, s. 2). Su duyarlı kent; **dayanıklı, yaşanılabilir, verimli ve sürdürülebilir** su yönetimini bütüncül bir yaklaşımla ele alan, su duyarlı yaklaşımlar ile yapıdan kent ölçeğine, farklı ölçeklerde uygulamalara yer veren bir yaklaşımdır (CRCWSC, 2023; Furnage & Ewert, 2023; Brown, Keath, & Wong, 2008, s. 5). Canlı yaşamı için bir gereklilik olan tatlı suların üzerindeki tehditlerin azaltılmasına yönelik yöntemlerden biri de, su duyarlı kentler tasarlamaktadır. Avustralya’da Milenyum Kuraklığı (1997–2009) ile mücadele ederken kentlerde su duyarlı kente geçiş çalışmaları hızlanmıştır. Avustralya bu dönemde büyük kıyılarına tuzdan arındırma tesisleri inşa ederek okyanus suyunu ikincil su kaynağı olarak kullanmıştır (Wong, Rogers, & Brown, 2020, s. 437). Su duyarlı kentlerde kullanılan diğer su kaynakları ise yağış suları (kar ve yağmur), atık sular, kentsel akarsular, barajlar, yeraltı suları ve ticari sular şeklindedir.

Su hayatın büyük bir parçası olduğu kadar, kentlerin de temel bir bileşenini oluşturmaktadır. Kentlerdeki suların doğayla ve canlılarla etkileşiminde su duyarlı kent; verimli, sürdürülebilir, esnek, dayanıklı ve yaşanabilir özelliklere sahip olmalıdır (CRCWSC, 2015, Furnage & Ewert, 2023). Verimli ve çeşitli su kaynakları, ekonomik refah için gerekli olan su güvenliğini sağlar. Su yollarının ve sulak alanların, onları çevreleyen nehir havzalarının, kıyıların, koyların sağlığını geliştirir ve korur. Taşkın riskini ve hasarı azaltır. Kamusal alanlarda suyu toplar, arıtır ve geri dönüştürür. (CRCWSC, 2015, Furnage & Ewert, 2023). Su duyarlı kentler aynı zamanda sürdürülebilirliğin temelleri olan sosyal, çevresel ve ekonomik faydalara da sahiptir (Eşbah Tunçay, 2021, s. 8).

Su duyarlı güncel yaklaşımlar; yeşil altyapı uygulamaları, mavi-yeşil altyapı sistemleri, sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi, sürdürülebilir kentsel drenaj sistemleri, bütüncül kentsel su yönetimi, düşük etkili gelişim, en iyi yönetim uygulamaları, doğa temelli tasarım uygulamaları, sürdürülebilir atık su yönetimi, sürdürülebilir taşkın yönetimi ve su duyarlı kentsel tasarım olmak üzere oldukça çeşitlidir (Eşbah Tunçay, 2021, s. 5). Bu yaklaşımların dünyanın farklı parçalarındaki isimlendirmeleri olan Yeşil Altyapı (GI – Green Infrastructure),

Yağmur Suyu Kontrol Önlemleri (SCMs – Stormwater Control Measures), En İyi Yönetim Uygulamaları (BMP - Best Management Practices), Kaynak Kontrolü, Sürdürülebilir Kentsel Drenaj Sistemleri (SUWM – Sustainable Urban Water Management), Entegre Kentsel Su Yönetimi (IUWM – Integrated Urban Water Management), Sünger Şehir, Gözenekli Şehir, Düşük Etkili Gelişim (LID - Low Impact Development), Su Duyarlı Kentsel Tasarım (WSUD – Water Sensitive Urban Design) ve Alternatif Önlemlere Görsel 2’de dünya haritası üzerinde yer verilmektedir.

Görsel 2. Dünya Haritası Üzerinde Yenilikçi Kentsel Su Yönetimi Yaklaşımları Gösterimi (Kaynak: Eşbah Tunçay, 2021)



Su duyarlı kente geçişte su duyarlı yaklaşımların tekil yapı ölçeğinden, kent parçasına kadar giden farklı ölçeklerde çeşitli uygulamaları görülmektedir. Celeste Morgan, 2013 yılında su duyarlılığı için geliştirdiği uygulamaları ölçeklere göre sınıflandırmıştır. Bu sınıflar, **tekil yapı ölçeği, çok katlı yapı grupları, sokak ölçeği, kentsel akarsu boyu ve kent parçalarında** su duyarlı yaklaşımlar şeklindedir (Morgan, 2013, s. 7-12). Bu yaklaşımların ortak amacı; su baskınlarını önlemek, su kıtlığını önlemek, su yolu sağlığını korumak, suya erişilebilirliği arttırmak, insanları suya kavuşturmak, disiplinler arası çalışmayı teşvik etmek, kentsel büyümeyi desteklemek ve kentsel alanlardaki yaşanabilirliği arttırmaktır (Morgan, 2013, s. 4).

Her ölçekte, kentleri oluşturan parçalar yapılaşmadan önce doğal birer alandır ve yeryüzü şekilleri, dereler, havzalar gibi doğal referansları vardır. McHarg’ın “Design with Nature” (1992) kitabı ve çok sayıda çalışmada yer verildiği üzere, kentler doğal referanslara uygun olarak tasarlanmalı ve planlanmalıdır. Oysa alan kullanım kararlarını gösteren kent planlarında, doğal referanslar kimi zaman dikkate alınmamaktadır. Ya da kentin farklı parçalarında, doğal referansların dikkate alınmasında farklılaşmalar olabilmektedir. Bu durum, ekosistemin sürdürülmesini zorlaştırabilmekte, ekosistemin bir parçası olarak ekolojik su döngüsü de kentsel alanda engellerle karşılaşmaktadır. Bu noktada, suyun yapılı çevrelerde ekosistem veya havza içindeki doğal döngüsünü teşvik etmek üzere su duyarlı yaklaşımlar, önemli birer araç olarak karşımıza çıkmaktadır.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

WMO, UNESCO ve BM gibi kuruluşları gelecek senaryolarında dünyayı bekleyen su kıtlığının etkilerinden sıkça bahsetmekte olup, kent ve su ilişkisinin sürdürülebilir şekilde tasarlanması, geleceğin kentlerini belirleyecektir. Su duyarlı yaklaşımlar, disiplinler arası niteliklerinden dolayı son yıllarda kent planlama ve kentsel tasarım alanında da geniş yer bulmaktadır. Bunun için, kentleşme sürecinde bütüncül bir ele alışı ihtiyaç bulunmaktadır.

Dünyanın farklı noktalarında çeşitli isimlendirmeler ile su yönetiminde su duyarlılığını öne çıkaran yaklaşımlar geliştirilirken, Türkiye’de su duyarlılığı konusundaki çalışmalar henüz yeterli düzeyde değildir. Su yönetimi konusunda farklı disiplinlerin ortak olarak belirleyeceği, su yönetimini birlikte yer alacağı uygulamalara ve tasarımın her ölçeğinde ele alınan su duyarlılığı ilkelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu anlamda, dünyadaki çeşitli pratiklerin incelenmesi, ülkemizdeki uygulamaların geliştirilmesinde yol gösterici olacaktır.

KAYNAKÇA

- Akkumaz, S. (2017). Antik Dönemde Kentleşme Olgusu Ve Suyun Rolü. 2. *Uluslararası Su Ve Sağlık Kongresi*, (S. 147-153). Antalya.
- Aybay, R. (2023, 06 19). *Açıklamalı İnsan Hakları Evrensel Bildirisi*. Türkiye Barolar Birliği Yayınları:
[Http://Tbbyayinlari.Barobirlik.Org.Tr/Tbbbooks/İnsan_Haklari_Evrensel_Bildirisi.Pdf](http://Tbbyayinlari.Barobirlik.Org.Tr/Tbbbooks/İnsan_Haklari_Evrensel_Bildirisi.Pdf)
Adresinden Alındı
- Aydın Türk, Y. (2019). Suya Duyarlı Kentsel Tasarım. 3. *Uluslararası Su Ve Sağlık Kongresi*, (S. 187-191). Antalya.
- Aykutlu, F., & Pilehvarian Kara, N. (2022). Anadolu Ve Amasya’Da Helenistik Dönem Öncesi Su Yapıları. *Amasya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi (Asobid)*. Amasya Özel Sayısı, 49-96.
- Baş, E., & Partigöç, S. (2022). İklim Değişikliğine Uyum Sürecinde Kent Planlamanın Rolü. *Dirençlilik Dergisi* 6(1), 127-143.
- Brown, R., Farrelly, M., & Keath, N. (2007). *Summary Report: Perceptions Of Institutional Drivers And Barriers To Sustainable Urban Water Management In Australia*. Australia: National Urban Water Governance Program, Monash University, December 2007.
- Brown, R., Keath, N., & Wong, T. (2008). Transitioning To Water Sensitive Cities: Historical, Current And Future Transition States. *In 11th International Conference On Urban Drainage*, (S. 1-10). Edinburg, Scotland, Uk.
- Brown, R., Keath, N., & Wong, T. H. (2009a). Urban Water Management In Cities: Historical, Current And Future Regimes. *Water Sci Technol*, 59(5), 847-855.

- Crcwsc. (2023, 06 19). *What Is A Water Sensitive City?* Crc For Water Sensitive Cities: <https://Watersensitvecities.Org.Au/What-Is-A-Water-Sensitive-City/> Adresinden Alındı
- Çankır, B., Fındık, H., & Koçak, Ö. E. (2012). Sürdürülebilirlik Ve Sürdürülebilir Organizasyon Yönetimi . *1st International Conference On Sustainable Business And Transitions For Sustainable Development*, (S. 375-385). Konya.
- Demirbaş, M., & Aydın, R. (2020). 21. Yüzyılın En Büyük Tehdidi: Küresel İklim Değişikliği. *Ecological Life Sciences (Nwsaels)*, 15(4), 163-179. Doi: 10.12739/Nwsa.2020.15.4.5a0143
- Eşbah Tunçay, H. (2021). *Suya Duyarlı Şehirler*. İstanbul: Türkiye Su Enstitüsü. <https://Hetpeyzaj.Com/Wp-Content/Uploads/2022/01/Suya-Duyarli-Sehirler.Pdf> Adresinden Alındı
- Floyd, J., Iaquinto, B. L., Ison, R., & Collins, K. (2014). Managing Complexity İn Australian Urban Water Governance: Transitioning Sydney To A Water Sensitive City. *Futures*, 61, 1-12.
- Fogarty, J., Van Bueren, M., & Iftekhar, M. (2021). Making Waves: Creating Water Sensitive Cities İn Australia. *Water Research*, 1-5.
- Furmage, B., & Ewert, J. (2023, 06 15). *Bir Şehri Suya Duyarlı Yapan Nedir?* Wscaustralia: <https://Wscaustralia.Org.Au/What-Is-A-Water-Sensitive-City/> Adresinden Alındı
- Görer Tamer, N. (2016). Bugünden Yarına Kent Ve Su Planlaması. *Kent Ve Kentliler 21.Yüzyıl İçin Planlama Seminerleri*.
- Güngör, S. S. (2021). Osmanlı Su Mimarisi Ve İstanbul'daki 19. Yüzyıl Su Yapıları. *Türk Hidrolik Dergisi*, 5(1), 32-48.
- İnce, N. (2017). Bir İnsan Hakkı Olarak Su Hakkı Ve Dava Edilebilirliği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1-19.
- Kahraman, S., & Şenol, P. (2018). İklim Değişikliği: Küresel, Bölgesel Ve Kentsel Etkileri. *Akademia Sosyal Bilimler Dergisi , Special Issue Of Asm5*, 353-370.
- Karagöz Turan, N. (2019). Sürdürülebilir Kent Yönetimi: Mekânsal Planlamanın Su Yönetimi İle Entegrasyonu Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kejanlı, T. (2005). Anadolu'da İlk Yerleşmeler Ve Kentleşme Eğilimleri. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 89-97.
- Kılıç, S. (2009). Su Yönetiminde Yeni Bir Yaklaşım: Su Hakkı. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* , 27 (2), 45-59.

- Konyalı Dereli, C. (2020). Su Duyarlı Kentsel Tasarım Yaklaşımı Kapsamında Sürdürülebilir Yağmur Suyu Yönetimi: Edirne Kent Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. Edirne: Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Konyalı Dereli, C., & Çay, R. D. (2020). Sürdürülebilir Yağmursuyu Yönetimi Kapsamında Yeşil Altyapı Sisteminin Değerlendirilmesi: Fırınlarsırtı Toki Konutları (Edirne) Yerleşimi İçin Bir Öneri. *Kent Akademisi*, 13(4), 668-687.
- Mcharg, I. L. (1992). *Design With Nature*. New York: J. Wiley.
- Mengü Pamuk, G., & Akkuzu, E. (2008). Küresel Su Krizi Ve Su Hasadı Teknikleri. *Adü Ziraat Fakültesi Dergisi*, 75-85.
- Morgan, C. (2013). *Water Sensitive Urban Design In The Uk Ideas For Built Environment Practitioners*. London: Cıria.
- Muluk, Ç. B., Kurt, B., Turak, A., Türker, A., Çalışkan, M. A., Balkız, Ö., . . . Zeydanlı, U. (2014). *Türkiye 'de Suyun Durumu Ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif*. İş Dünyası Ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği - Doğa Koruma Merkezi.
- Özsoy, S. (2009). Su Ve Yaşam: Suyun Toplumsal Önemi. *Yüksek Lisans Tezi, Danışman: Prof. Dr. Gürhan Fişek*, 194. Ankara: T.C. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma Ekonomisi Ve Endüstri İlişkileri Anabilimdalı.
- Pamungkas, A., Tucunan, K. P., Navastara, A., & Idajati, H. (2017). A Conceptual Model For Water Sensitive City İn Surabaya. *Iop Conf. Series: Earth And Environmental Science* 79, 1-16.
- Postel, S., Allsopp, M., Page, R., Johnston, P., & Santillo, D. (2010). *Suları Nasıl Tükettik?* (L. Mastny, Dü., & A. Başçı, Çev.) İstanbul: Türkiye İş Bankası.
<https://www.scribd.com/document/512792568/Sandra-Postel-Michelle-Allsopp-Sular%C4%B1-Nas%C4%B1l-Tukettik-%C4%B0%C5%9f-Bankas%C4%B1>
Adresinden Alındı
- Rogers, B. C., Dunn, G., Hammer, K., Novalia, W., De Haan, F. J., Brown, L., . . . Chesterfield, C. (2020). Water Sensitive Cities Index: A Diagnostic Tool To Assess Water Sensitivity And Guide Management Actions. *Water Research* 186, 1-13.
- Rogers, B. C., Dunna, G., Hammer, K., Novali, W., De Haan, F. J., Brown, L., . . . Chesterfield, C. (2020). Water Sensitive Cities Index: A Diagnostic Tool To Assess Water Sensitivity And Guide Management Actions. *Water Research* 186, 1-13.
- T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2023, 06 19). *Birleşmiş Milletler (Bm) 2023 Su Konferansının Ardından*. T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı: [https://www.tarimorman.gov.tr/Sygm/Haber/1105/Birlesmis-Milletler-_Bm_-2023-Su-Konferansinin-Ardından#:~:Text=%E2%80%8bbirle%C5%9fmi%C5%9f%20milletler%20\(Bm\)%20](https://www.tarimorman.gov.tr/Sygm/Haber/1105/Birlesmis-Milletler-_Bm_-2023-Su-Konferansinin-Ardından#:~:Text=%E2%80%8bbirle%C5%9fmi%C5%9f%20milletler%20(Bm)%20)

2023, Ve%20uluslararası%C4%B1%20kurulu%C5%9fun%20kat%C4%B1%C4%B1
m%C4%B1yla%20ger%C3%A7ekle%C5%9f Adresinden Alındı

- Teber, S. (1985). *İlk Toplumların Değişimleri*. İstanbul: Say Yayınları.
<https://www.scribd.com/document/653870679/9720-İlk-Toplumların-Degishimleri-Serol-Teber-1985-341s> Adresinden Alındı
- Toy, S., Şimşek, G., & Kulözü, N. (2015). Kentsel İklim Değişikliği Literatürü; Dünyadan Ve Türkiye'den Seçmeler. A. Deniz, B. Efe, B. Durna, & P. C. Çavuş (Dü.), *Vii. Atmospheric Science Symposium İçinde* (S. 759-770). İstanbul: Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Tuncer, A. S. (2018). 2018 Sürdürülebilir Su Yönetimi Ve Kentlerin Geleceği Uluslar Arası Sular Konusunda Türkiye'nin Yapmış Olduğu Anlaşmalara Genel Bir Bakış. *Uluslararası Su Ve Çevre Kongresi* (S. 408-418). Bursa: Uluslararası Su Ve Çevre Kongresi Suçev.
- Turna, T., & Solmaz, A. (2023). Sürdürülebilir Kent Yönetimi Ve Yeşil Altyapı Kavramı Kapsamında Çevreci Yaklaşımlar: İskenderun Örneği. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, Vol. 13, No. 4*, 739-748.
- Türkiye Barolar Birliği. (2014). *Uluslararası Çevre Koruma Sözleşmeleri*. Ankara: Türkiye Barolar Birliği Yayınları : 247.
- Wong, T. H., Rogers, B. C., & Brown, R. R. (2020). Transforming Cities Through Water-Sensitive Principles And Practices. *Open Earth*, 3(4), 436-447.
- Yozgat, C. (2020). Suyun Bir İnsan Hakkı Olarak Değerlendirilmesi. *Mhfd*, 507-545.

HASANKEYF İNCİRİNİN GÜNEŞ BACASI SERA ALANINDA KURUTULMASININ DENEYSEL OLARAK ARAŞTIRILMASI

Doç. Dr. Hakan Karakaya

Batman Üni., hakan.karakaya@batman.edu.tr,

0000-0001-9242-6233

Fikret Kızır

Batman Üni., fikretkizar12@gmail.com

0009-0008-3481-2927

ÖZET

Tarımsal ürünlerin besin içeriği bozulmadan uzun süre saklanması için yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri de kurutmadır. Kurutma işlemi açık alanda bir örtü üzerinde yapılabileceği gibi güneş enerjisi, mikrodalga, dönel veya bantlı fırın, dondurarak vb. farklı yöntemler kullanılarak gerçekleştirilebilir. Güneş enerjisi ekonomik, güvenilir, temiz, çevreci, yenilenebilir ve ekonomik olması vb. avantajlarından dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır.

Güneş bacası sistemi yaygın olarak elektrik üretimi için kullanılsa da sera örtüsü altında kalan alan farklı amaçlar için kullanılabilir. Yapılan çalışmada Güneş bacası sera alanında Hasankeyf incirinin kurutulabilirliği deneysel olarak araştırılmıştır. Yaklaşık aynı boyutta seçilen incirler hem doğal ortamda hem de güneş bacasının farklı yön ve konumlarında kurutulmuştur. Farklı noktalarda kurutulan ürünlere ait hava sıcaklığı, hava hızı, kütle değişimi, güneş radyasyonu verileri ölçülerek güneş bacası sera alanının kurutma performansı incelenmiştir. Sonuç olarak güneş bacasının açık alanda güneşte kurutmaya nazaran kuruma süresi, dış ortam etkilerine maruz kalmama, homojen kurutma vb. avantajlardan dolayı tarımsal ürünlerin kurutulması amacıyla kullanılabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneş Bacası, Kurutma, Hasankeyf İnciri.

1.GİRİŞ

Kurutma tarımsal ürünlerin besin değerini kaybetmeden daha uzun süre saklanması, ambalaj ve nakliye avantajı, çoğu zaman yüksek teknoloji gerektirmemesi vb. özelliklerinden dolayı yaygın olarak tercih edilmektedir. Kurutmada temel amaç ürün içerisindeki nemin uzaklaştırılmasıdır. Fakat kurutulan üründe nemin sıfır olması istenmez. Genel olarak kurutulan ürünün özelliklerine bağlı olarak % 10-15 seviyesine düşürülür. Kurutulan üründe nem seviyesi kadar kuruma süreside önemlidir. Kurutma süresinin kısa olması ürün kalitesini artırmaktadır. Bunu yanı sıra kurutucunun etkinliği, düşük enerji kullanımı, kurutulan ürünün

besin değerini ve özelliklerini kaybetmemesi, ürüne uygun kurutma sıcaklığının belirlenmesi dikkat edilmesi gereken hususlardandır[1].

Araştırmacılar kurutma yönteminin kurutma performansı ve kurutma süresi ile ilgili birçok sayısal ve deneysel çalışma yapmıştır. Bunun yanı sıra yöntemin kuru ürünlerdeki tat, renk, besin değeri vb. parametreler üzerindeki etkisi belirlenmiştir[2].

Uygulamada birçok kurutma metodu kullanılmasına rağmen temiz ve çevreci oluşu, yüksek teknoloji gerektirmemesi, yenilenebilir bir enerji olması, işletme ve bakım giderlerinin düşük olması, istenilen yerde kullanılabilmesi vb. hususlardan dolayı güneş enerjili kurutucular ön plana çıkmaktadır. Güneş enerjisi teknolojileri elektrik üretiminin yanında akışkanların ısıtılması amacıyla da sıkça kullanılmaktadır. Güneş kolektörleri yardımıyla sıcak su elde edileceği gibi, havalı kolektörler yardımıyla kurutma veya ortam/hacim ısıtılması için kullanılabilecek sıcak havada elde edilebilmektedir. Elde edilen sıcak hava yardımıyla kurutma yapılabilmektedir.

Araştırmacılar birçok tarımsal ürünü kurutmak için güneş enerjili ısıtma teknolojilerinden faydalanmıştır. İncir [3], muz [4], kivi[5], elma[6] patlıcan[7], kırmızı pul biber[8], domates[9], nane ve reyhan [10] bunlardan bazılarıdır.

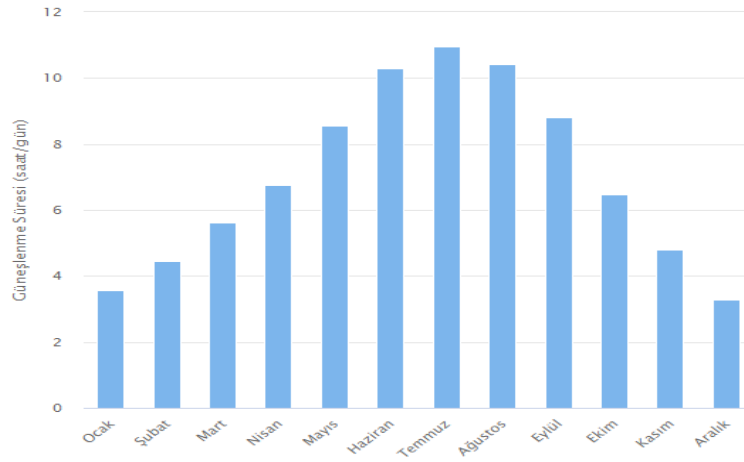
Araştırmacılar elektrik üretmek amacıyla kullanılan güneş bacalarında genelde analiz, optimizasyon ve verim artırma ile ilgili çalışmalar yapmaktadır[11-15]. Bununla birlikte atıl durumda bulunan sera alanı kurutma amacıyla kullanılabilirliği ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Güneş bacası sera alanında yapılan kurutma işlemlerinde kuruma sürelerinin literatürde bulunan bazı yöntemlere oranla daha kısa olduğu görülmüştür[1,16,17].

Yapılan çalışmada prototip bir güneş bacası kullanılarak Batman ili iklim şartlarında Hasankeyf incirinin güneş bacası sera örtüsü altında kurutulabilirliği araştırılmıştır. Elde edilen veriler doğal ortamda kurutulan incir örnekleri ile kıyaslanarak güneş bacasında kurutma için en uygun konum ve yön belirlenmiştir.

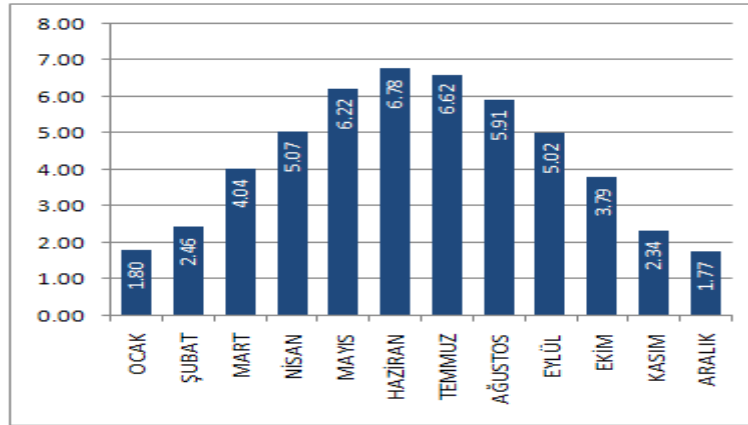
2.MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Deneysel Yöntem

Deneyler Batman Üniversitesi Batı Raman kampüsünde daha önce kurulan güneş bacası prototipinde sera örtüsü alanında Batman Hasankeyf incirinin kurutma verilerinin belirlenmesi ile ilgilidir. Yapılan çalışmada temel parametre güneş ışıınımı olduğundan iklim koşulları çalışma üzerinde etkilidir. Çalışmanın yapıldığı Batman ili güneşlenme süresi ve güneş ışıınımını değerleri ülkemizin ortalama değerlerinin üstünde olduğundan güneş enerjisi sistemleri açısından avantajlıdır (Görsel 1., Görsel 2.).



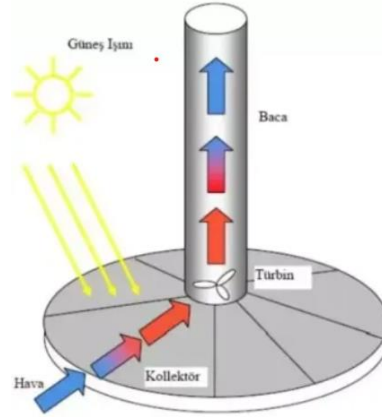
Görsel 1. Batman ilinin güneşlenme süreleri [18]



Görsel 2. Global radyasyon değerleri (kWh/m²-gün) [18]

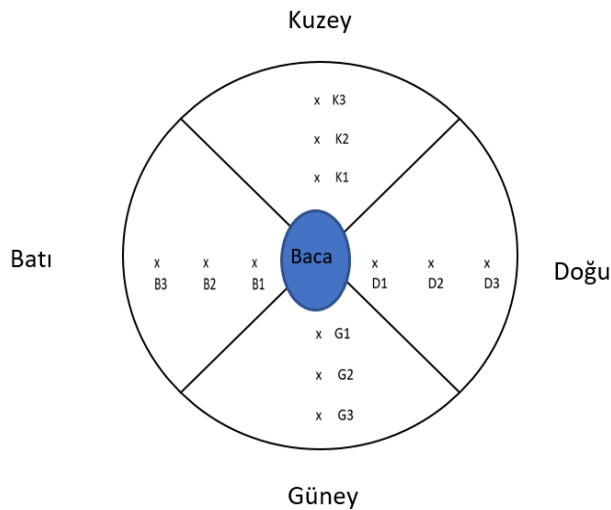
Bu çalışmada kurutma materyali olarak Hasankeyf inciri belirlenmiştir. Yapılan çalışmada kullanılan incir örnekleri aynı boyutta seçilmiş olup kurutma işlemleri Türk Standartları Enstitüsü tarafından yayınlanan TS 541 Kuru İncir Standardında gerçekleştirilmiştir [20].

Güneş bacası genel olarak kolektör, türbin ve bacadan oluşan elektrik üretmek için tasarlanmış bir sistemdir. Isınan hava yükselir prensibi kullanılarak kolektörler yardımıyla elde edilen sıcak havanın baca girişindeki türbine yönlendirilmesi ile elektrik üretilmektedir (Görsel 3.).



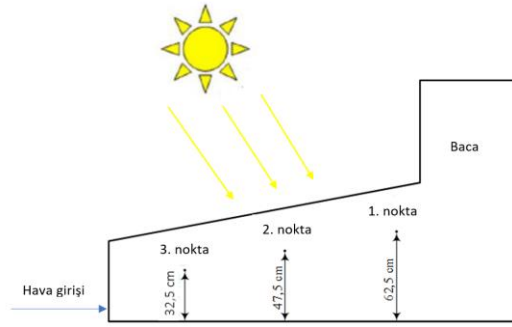
Görsel 3. Güneş bacasında elektrik üretimi [19]

Kolektör altında sıcak hava geçişinin sağlandığı atıl durumdaki sera alanı kurutma amacıyla kullanılabilir. Çalışmamızda güneş bacası sera alanında Hasankeyf incirinin kurutma değerleri araştırılmış doğal ortamda kurutma ile mukayese yapılmıştır. Güneş bacasında taban siyah renge boyanmış olup, verimin artırılması için taban kısmında güneş enerjisinden elde edilen sıcak su sirkülasyonu yapılmaktadır. Ayrıca sera alanında hava akışının hız ve sıcaklık değerleri yön ve konuma göre değişken olduğundan sera altındaki hava akışı güney, kuzey, doğu batı olmak üzere dört yönde oluşturulan kanallardan sağlanmaktadır. Güneş bacasında hava akışının hız ve sıcaklık değerleri yön ve konuma göre değişkenlik gösterdiğinden kurutma için en uygun konum ve yön belirlenmeye çalışılmıştır. Sera alanında kolektör giriş ve baca girişi arasında eşit mesafede 3 noktadan ve dört yönden (kuzey-güney-doğu-batı) olmak üzere kurutma yapılan 12 noktada hız, sıcaklık, kütle ölçümleri yapılmıştır (Görsel 4.). Ayrıca doğal ortamda kurutulan incir örnekleri içinde bu ölçümler alınmıştır. Bunun yanı sıra anlık güneş ışınımı değerleri de ölçülmüştür.



Görsel 4. Sera alanında ölçüm noktaları

Kolektör giriş ve baca girişi arasında belirlenen 3 noktada incirler kolektör girişinden olmak üzere yerden 32,5cm(3. nokta) - 47,5cm (2. nokta) - 62,5cm(1. nokta) yüksekliğe file üzerinde bırakılmıştır(Görsel 5.). Buradaki amaç bacaya doğru hava akışını engellemek, homojen kurutma sağlamak ve kurutulan ürüne dış etkilerin (toz, böcek vb.) maruziyetini önlemektir.



Görsel 5. İncir örneklerinin kolektör altındaki yerleşimi

2.2. Hesaplama Yöntemi

Kurutmada esas amaç ürünlerdeki nemin uzaklaştırılmasıdır. Bu sebeple kurutulacak ürünlerdeki % nem içeriği, nem içeriği, nem oranı değerlerinin hesaplanması ve zamana bağlı olarak değişimlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Ürünün yüzde nem içeriği değişimi 1 denklemi ile bulunabilir:

$$Nem\ Değişimi(\%) = \frac{m_s}{m_{ilk}} \times 100 = \frac{m_t - m_e}{m_s + m_e} \times 100 \quad (1)$$

Nem oranı, kurutulan ürünün herhangi bir t anındaki nem içeriğinin, taze ürünlerdeki nem içeriğine oranı şeklinde tanımlanır.

$$Nem\ Oranı = \frac{m_t - m_e}{m_{ilk} - m_e} \quad (2)$$

Üründe ki nem değeri farklı bir ifadeyle kuruluk herhangi bir t anındaki nem değerinin kuru ürünlerdeki nem değerine oranıdır.

$$Nem\ İçeriği = \frac{m_t - m_e}{m_e} \quad (3)$$

Yukarıdaki denklemlerde

m_t : t anındaki ürünün ağırlığını (kg)

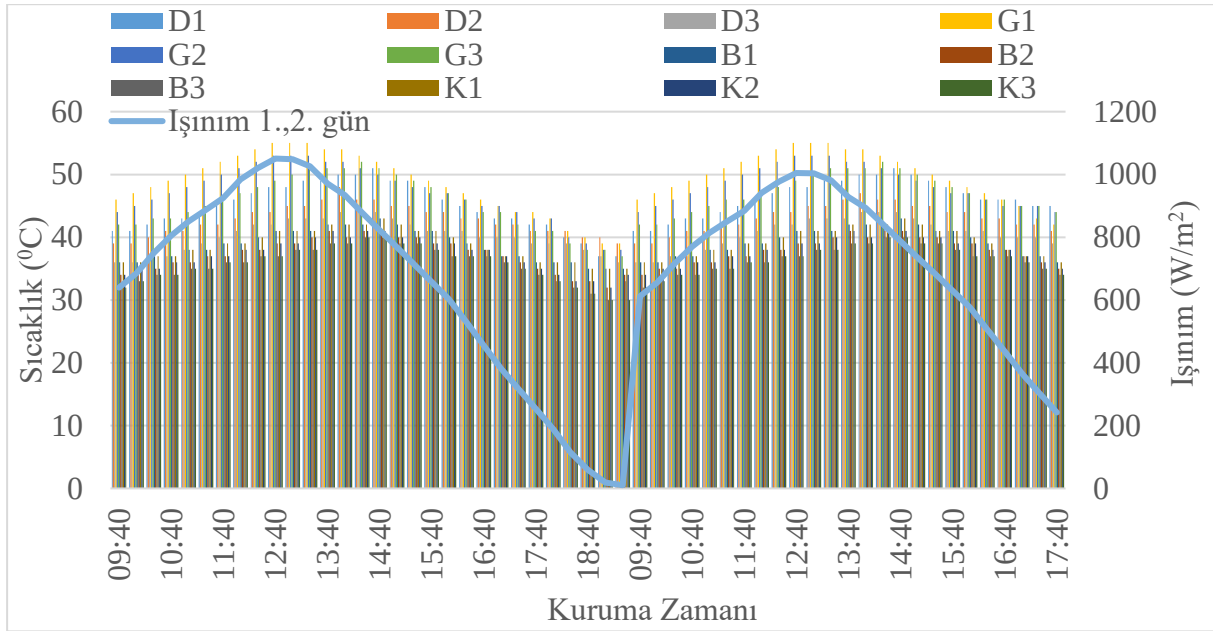
m_e : Ürünün kuru ağırlığını(kg)

m_s : Ürünün içinde olan su ağırlığını (kg)

m_{ilk} : Ürünün ilk ağırlığını (kg) ifade etmektedir[1,10,16].

3. BULGULAR VE İRDELEME

Güneş bacasında incir örneklerinin kurutulması Eylül ayının ilk haftasında gerçekleştirilmiştir. İncir örneklerinin kurutulması bir günde tamamlanmadığı için ikinci gün kurutma işlemine devam edilmiştir. Kurutmada sıcaklık ve hız etkin parametre olduğundan güneş ışınımı önem arz etmektedir. Işınım değerlerinin zamana göre değişimi ve farklı yön ve konumlarda belirlenen kurutma noktalarındaki sıcaklığın zamana göre değişimi Görsel 6.' da verilmiştir.

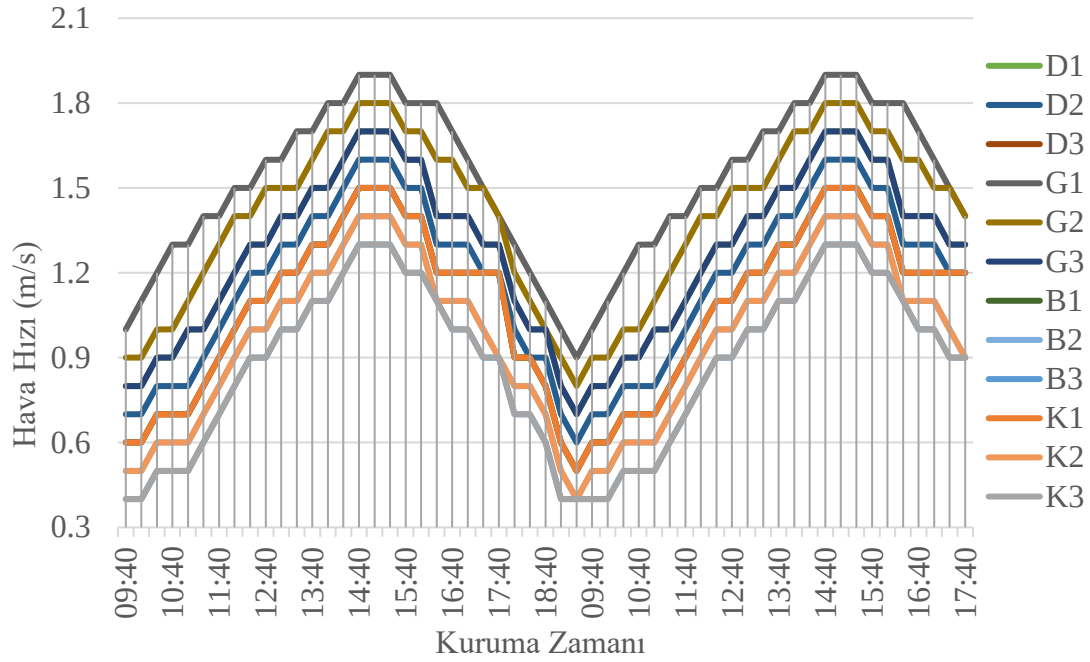


Görsel 6. Kuruma noktalarında sıcaklığın ve anlık ışınımın zamana göre değişimi

Anlık güneş ışınım değerlerinin en yüksek saat 12.00-13.00 aralığında 1105-1125 W/m² aralığında olduğu görülmüştür. Sıcaklık değerleri ışınımına bağlı olarak artış göstermiştir.

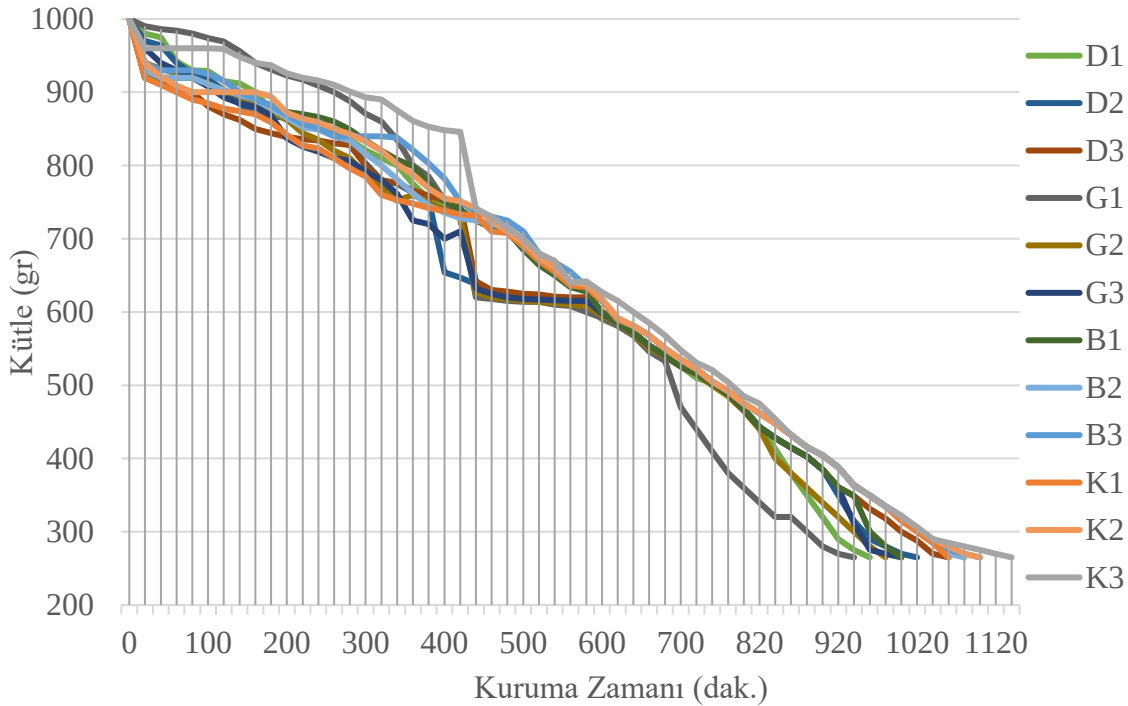
Belirlenen noktalardaki sıcaklık değerlerinin 31.3°C – 55.5°C arasında değiştiği gözlenmiştir. Sıcaklık değerleri incelendiğinde değerlerin 13.00-14.00 arasında değiştiği görülmektedir. Bu noktada ışınım değerlerinin sıcaklık değerleri ile uyumlu değildir. Bunun sebebi ışınımın etkisinin güneş bacasına bir müddet geç aksettiği sonucuna varılabilir. Güneş bacasında ısınan hava yükselir prensibine dayanarak baca girişine yaklaştıkça artması düşünülmektedir. Ayrıca yön olarak coğrafi konum itibariyle bacanın güney yöndeki sıcaklık değerlerinin diğer yönler nazaran yüksek olması düşünülmektedir. Görsel 6.' daki grafik değerleri incelenecek olursa elde edilen sonuçların bu düşünceyle uyumlu olduğu görülebilir. Ölçülen sıcaklık değerlerine göre G1(güney yönde baca girişine en yakın nokta) noktasında en yüksek, K3 (kuzey yönlü kolektör girişine en yakın nokta) noktasında en düşük olduğu tespit edilmiştir.

Kurutma için etkin parametrelerden bir de hava hızıdır. İncir örneklerinin kurutulması sırasında ölçülen hava hızları Görsel 7.' de verilmektedir. Hava hızının artmasıyla taşınım artacağından kuruma hızı artacaktır. Kuruma hızları ışınımına bağlı olarak sıcaklıkla paralel bir şekilde artış göstermiştir. En yüksek hava hızı güney yönde G1 noktasında 1,83 m/s olarak ölçülmüştür.



Görsel 7. Kurutma noktalarındaki hava hızının zamanla değişimi

Kurutulan ürünlerde nem kaybı ile birlikte ürünün kütlesinde azalma gerçekleştirilmiştir. Kurutulan incirlerin kütleleri 265 grama indiğinde kütledeki değişim durmuştur. Kütledeki değişim miktarı durduğu anda ürünlerdeki nemin istenilen seviyeye ulaştığı varsayılarak kurutma işlemi sonlandırılmıştır.



Görsel 8. İncir örneklerinde kütlenin kuruma zamanına göre değişimi

Konum ve yöne bağlı olarak incirlerin kuruma süreleri irdelendiğinde en düşük kuruma süresinin 960 dakika ile G1 noktasında, en yüksek kuruma süresinin 1160 dakika ile K3 noktasında olduğu belirlenmiştir (Görsel 8).

Ayrıca incir örnekleri eş zamanlı olarak doğal ortamda da kurutulmuştur. Doğal ortamda incirin kuruma süresinin 3200 dakika olduğu belirlenmiştir.

Ölçüm alınan noktalarda ve doğal ortamda belirlenen kuruma süreleri Çizelge 1.' de sunulmuştur.

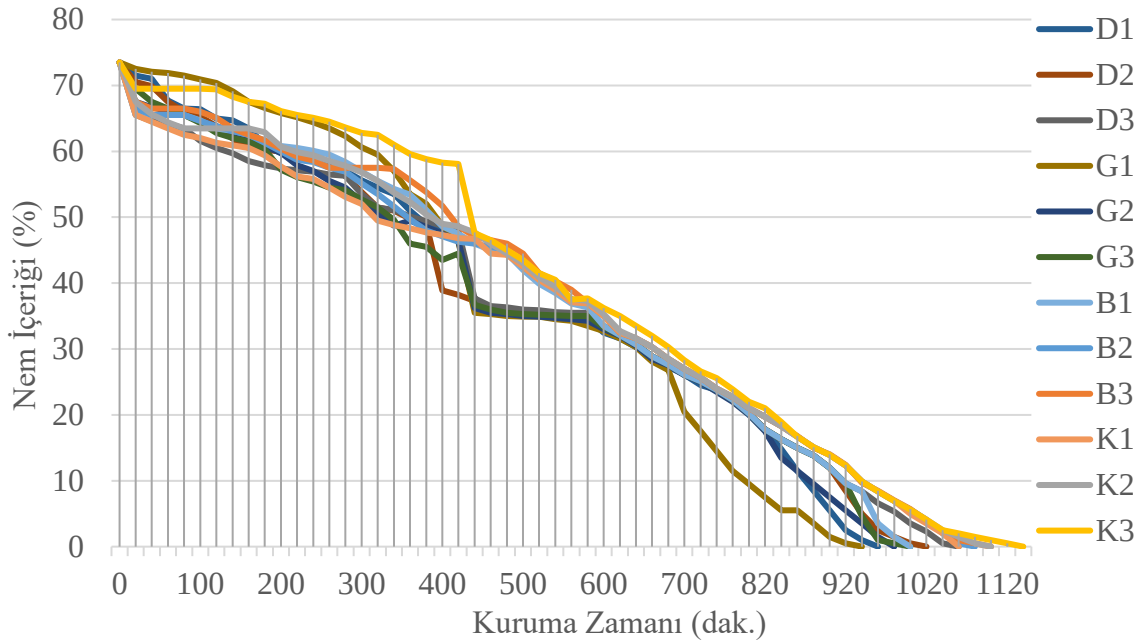
Çizelge 1. Belirlenen noktalarda ölçülen kuruma süreleri (dak.)

D1	D2	D3	B1	B2	B3	K1	K2	K3	G1	G2	G3	Doğal
980	1040	1080	1020	1100	1120	1080	1120	1160	960	1000	1020	3200

Çizelge 1.' deki veriler incelendiğinde güneş bacası sera alanındaki kurutma sürelerinin doğal ortama nazaran daha kısa olduğu görülmektedir. Güneş bacasının yapısal özelliğinden dolayı doğal ortama göre sıcaklık ve hava hızı değerlerinin yüksek olması kurutma sürelerinin azalmasına sebep olmuştur. Güneş bacasındaki minimum kuruma süresi doğal ortamdaki kuruma süresine göre yaklaşık % 70 oranında azalmıştır. Bu sonuç elektrik üretimi için kullanılan güneş bacalarında atıl durumda bulunan sera alanlarının tarımsal ürünlerin kurutulması amacıyla kullanılabileceğini göstermiştir.

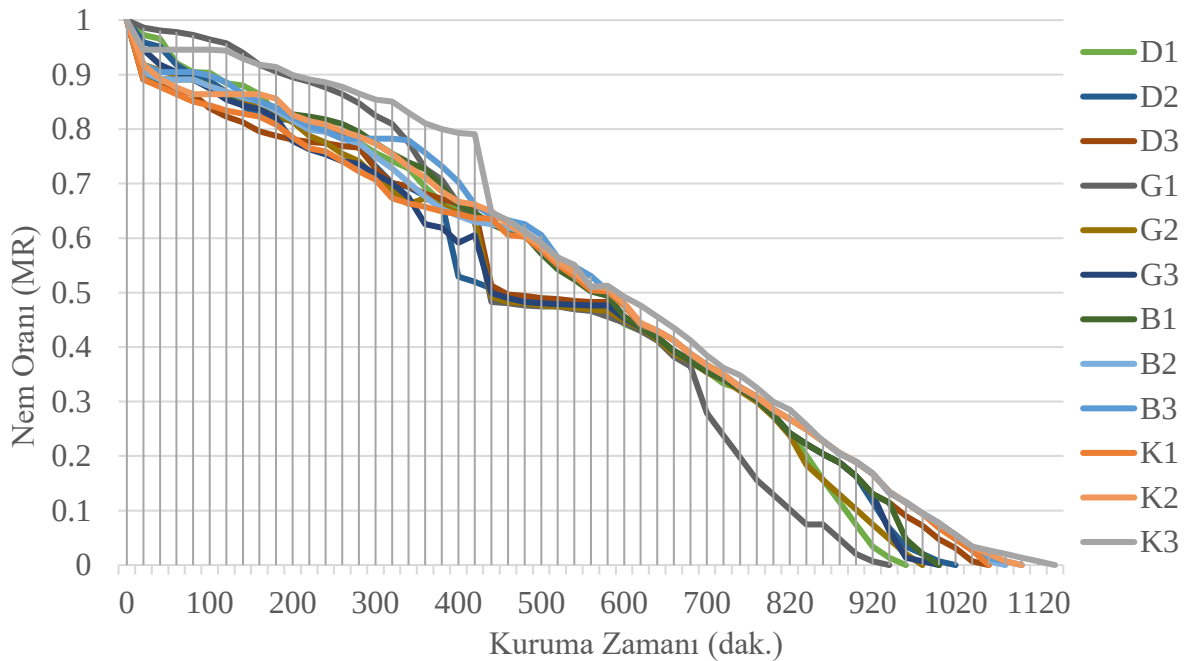
Aydın yöresinde araştırmacılar tarafından tasarlanan doğal akımlı bir güneş enerjili kurutucuda incir kurutma sürelerinin 12-20 saat aralığında olduğu belirlenmiştir [3]. Yapılan çalışmada bütün Hasankeyf inciri için kurutma süresi 16 saat olarak tespit edilmiştir. Her ne kadar farklı lokasyonda ve farklı incirlerle ilgili çalışma yapılmış olsa da yapılan çalışmanın sonuçlarının literatürle uyumlu olduğu söylenebilir.

Görsel 9. da incir örneklerine ait kuruma zamanı- % nem içeriği değişimi grafik halinde sunulmuştur. Kurutmaya bırakılan incirlerde ilk 40 dakikada hızlı bir nem kaybı gerçekleşmiş sonrasında ilk günün sonuna doğru nem kaybı yavaşlamış, ikinci gün ışıının artmasıyla nem kaybı artış göstermiş daha sonra ürün denge nemine ulaşıncaya kadar nem kaybı daha yavaş gerçekleşmiştir. Ürün denge nemine ulaştığında % nem içeriği % 73,5' ten sıfıra düşmüştür. Kurutulan üründe nem içeriğinin sıfır olması istenmez. Kurutma işleminde temel amaç ürünün özelliğine göre su içeriğini makul bir seviyeye düşürmektir. Kuru incirde bu oran %15-20 civarındadır.



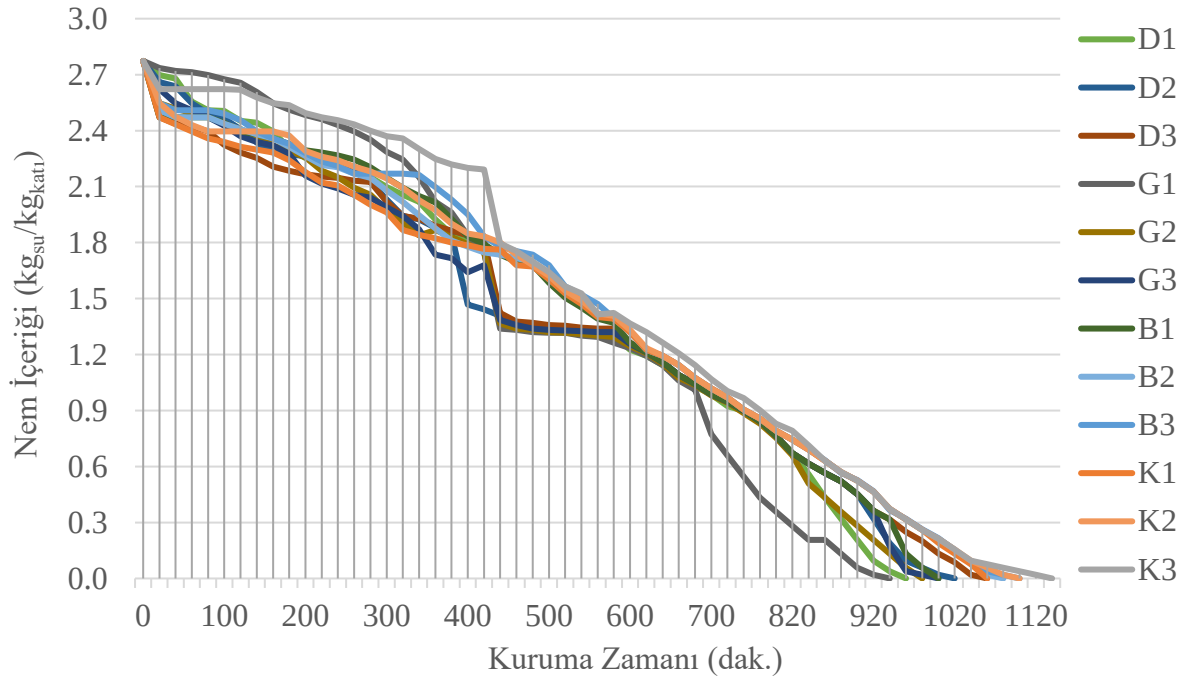
Görsel 9. İncir örneklerinde % nem içeriğinin kuruma zamanına göre değişimi

Kurutmanın rastgele bir zamanında incirin nem içeriğinin ilk durumdaki nem içeriğine oranı boyutsuz nem oranı olarak adlandırılır. Konum ve yöne göre değişiklik göstermekle beraber incir numunelerinde 450 dakikada hızlı bir düşüş görülmüştür. (Görsel 10). II. gün yapılan deneylerde de nem oranında önce hızlı bir düşüş gözlenmiş kuruma sürelerine yaklaştıkça bu düşüş azalmıştır.



Görsel 10. İncir örneklerinde nem oranının kuruma zamanına göre değişimi

Farklı konum ve yönlerdeki incir numunelerinde kuruma zamanına bağlı olarak nem içeriği değişimi Görsel 11.' de verilmiştir. Nem içeriği, taze ürünlerdeki nem miktarının kuru ürünlerdeki nem miktarına oranıdır. İncirdeki nem içeriği maksimum 2,77'dir. Buna göre taze incir bünyesinde kuru incire göre 2,77 kat daha nem bulundurmaktadır.



Görsel 11. İncir örneklerinde nem içeriğinin kuruma zamanına göre değişimi

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Sonuçlar

Güneş bacası serasının örtüsü altında kurutma işleminin literatür çalışmalarına göre başlıca avantajları şu şekilde sıralanabilir.

- Kurutma işlemi ek bir kurutma alanı gerektirmez.
- Kuruma süresi diğer yöntemlere göre daha kısadır.
- Ekonomiktir, çünkü sadece güneş enerjisi kullanılır ve ek enerji gerekmez.
- Güneş enerjisi tek enerji kaynağı olduğundan çevre dostudur.
- Güneş bacaları için işletme giderleri(bakım, onarım vb.) düşüktür.

Üstteki unsurlar göz önüne alındığında güneş bacası serası kurutma işlemi için elverişli bir alan olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışmada Batman koşullarında Hasankeyf İnciri için güneş bacası sera alanında farklı yön ve konumlar kurutma işlemi araştırılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar altta sıralanmıştır.

- Sıcaklık ve ışıyım yoğunluğunun artmasının kuruma hızını iyileştirdiği ve kuruma süresini azalttığı tespit edilmiştir.
- Güneş bacası serasında kurutma işlemi için en elverişli yön "güney" olarak tespit edilmiştir.
- Sera alanında kurutma işlemi için en elverişli konumun güney yönde 1. nokta olan baca giriş bölgesi(G1) olduğu tespit edilmiştir.
- Güneş bacası serasının kapalı alanındaki kuruma süresinin güneşteki (doğal) kuruma süresine göre daha kısa olduğu tespit edilmiştir.
- Yapılan araştırmalar sonucunda güneş bacası sera örtüsü altının tarımsal ürünlerin kurutulması için elverişli olduğu görülmüştür.

4.2. Öneriler

Güneş bacası sera alanında kurutma işleminin güneş bacasından üretilen elektrik enerjisinin miktarında ne tür bir değişiklik oluşturduğu konusu ayrıca araştırılabilir. Güneş bacasının sera alanına ürünlerin alınıp bırakılması ve ölçümlerin alınmasında yaşanabilecek zorluklar için geliştirilecek bir mekanizma fayda sağlayabilir.

5.KAYNAKLAR

- [1] Çetinbaş, A., *Güneş bacası sera örtüsü altında tarım ürünlerinin kurutulması; Batman Sason çileği örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Batman, 2022.
- [2] Şahin, U., Öztürk, H.K. Comparison between artificial neural network model and mathematical models for drying kinetics of osmotically dehydrated and fresh figs under open sun drying, *Journal of Food Process Engineering*, August, 41,5, e12804, 2018.
- [3] Apaydın, N., *Aydın yöresinde incir kurutmada kullanılacak olan doğal akımlı bir güneş enerjili kurutucunun modellenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, 2007.
- [4] Yıldız, Z. Termal ön işlemin güneş enerjili raflı bir kurutucuda muz cipsi üretimine etkisi, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Haziran, 18,1, 1- 6. 2021.
- [5] Variyenli, H.İ. Güneş enerjisi destekli düz ve hapsedici yüzeyli kurutma fırınlarının performanslarının kivi kurutarak karşılaştırılması, *Politeknik Dergisi*, Eylül, 21,3, 723-729, 2018.
- [6] Ceylan, İ., Aktaş, M. ve Doğan, H., Güneş Enerjili Kurutma Fırınında Elma Kurutulması. *Politeknik Dergisi*, 9, 4, 289-294, 2006.

- [7] Gültekin, R., *Şanlıurfa şartlarında patlıcanın kurutulmasında güneş enerjili kurutma makinesi geliştirilmesi*, Doktora Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 2016.
- [8] Çakır, M.T. Güneş enerjisinden yararlanarak tarım ürünlerinin kurutulması, Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Mart, 1,1, 41-55, 2015.
- [9] Mutlu, A., ve Ergüneş, G. Tokat'ta Güneş Enerjili Rafli Kurutucu İle Domates Kurutma Koşullarının Belirlenmesi, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, Şubat, 1,1, 61-68, 2008.
- [10] Gülçimen, F., *Yeni tasarlanan havalı kolektörler yardımı ile reyhan ve nane kurutulması*, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2008.
- [11] Pasumarthi, N., and Sherif, S.A. Experimental and theoretical performance of a demonstration solar chimney model—Part I: mathematical model development, International Journal of Energy Research, March, 22,3, 277-288, 1998.
- [12] Von Backström, T.W., & Gannon, A. J. Solar chimney turbine characteristics, Solar Energy, March, 76,1-3, 235-241, 2004.
- [13] Koyun, A., *Güneş bacası ile enerji üretiminin incelenmesi*, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2006.
- [14] Avcı A.S., *Güneş bacası sistem performansının sayısal ve deneysel olarak araştırılması*, Doktora Tezi, Batman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Batman, 2021.
- [15] Karakaya, H. , Avcı, A. S. , Çetinbaş, A. & Durmuş, A. Güneş Bacasında Verim Arttırılmasının Deneysel Olarak İncelenmesi, International Journal of Innovative Engineering Applications, Temmuz, 7,1, 27-31, 2023.
- [16] Kızar, F., *Güneş bacası sera örtüsü altında tarım ürünlerinin kurutulması: Batman Hasankeyf İnciri örneği*, Batman Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Batman, 2023.
- [17] Nasri, F. Solar thermal drying performance analysis of banana and peach in the region of Gafsa (Tunisia), Case Studies in Thermal Engineering, December, 22, 100771, 2020.
- [18] Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA), <https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/> (Erişim Tarihi: 18 Nisan 2022).
- [19] <https://muhendistan.com/gunes-bacasi-nedir-gunes-bacasi-ile-elektrik-uretimi/> (Erişim tarihi: 21.11.2023).
- [20] Türk Standartları Enstitüsü, Türk Standardı-TS 541- ICS 67.080.10- Kuru İncir, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/02/20070219-3-2.doc>.

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON ECOLOGICAL LIFE CYCLE IN SUDAN

Lecturer Wadah ELSHEIKH

University of Khartoum, Faculty of Animal Production, Khartoum, Sudan

Wadah988@gmail.com* , 0000-0003-2506-2219

Assoc. Prof. Dr. İlknur UCAK

Nigde Ömer Halisdemir University, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies,

Niğde, Türkiye, ilknurucak@ohu.edu.tr - 0000-0002-9701-0824

Assoc. Prof. Dr. M. Cüneyt BAĞDATLI

Nigde Ömer Halisdemir University, Faculty of Architecture, Department of City and

Regional Planning, Niğde, Türkiye, cuneytbagdatli@gmail.com, 0000-0003-0276-4437

ABSTRACT

As a result of global warming, the physical conditions necessary for supporting life systems are shifting. Ocean temperatures are rising, the water's acidity is increasing, and the soil is deteriorating. Entire ecosystems are in jeopardy in many areas because surroundings are changing so quickly that plants and animals cannot adapt. Not only in Sudan but around the world, the effects and ramifications of climate change have had an impact on the ecological cycle and all living organisms. This study aims to examine climate change and the ecological life cycle in Sudan. The sustainable development of the country is today being threatened by the negative consequences of climate change and global warming. Adopting constructive climate change adaptation measures may significantly improve managing Sudan's limited water resources and safeguarding ecosystems and biodiversity. Promoting a suitable national management plan and sustainable development strategy will undoubtedly be a part of a concerted effort to lessen susceptibility to the anticipated negative consequences of climate change.

Keywords: Ecological Life Cycle, Climate Change, Sudan

INTRODUCTION

Climate change is the term used to describe any change in climate over time, whether it results from natural occurrences or human activity. The phrase "climate change" describes long-term variations in the average condition of the atmosphere (Bagdatli et al., 2023). Climate fundamentally limits human activities and ecological functioning within the context of global ecology. Climate change may influence the frequency and intensity of droughts and floods, as well as water supply, air, soil, and water quality, ecosystem health, human health, resource utilization, and the economy. Climate change may occur through numerous channels, with diverse interactions and effects on the global environment. There are already several stressors that drive ecosystem change within the ecosystem environment, including land use change, pollution, eutrophication, alien species invasion, and acid precipitation. Climate change should be viewed as a change agent that works in tandem with other environmental stresses. Many species in flora and fauna were under stress as a result of global warming and changes in the ecological environment, and some of them lost their ability to defend themselves against ecological stress all over the world. The reduction in the number of species has a significant impact on habitat (Dursun et al., 2015).

Climate change is becoming increasingly evident in many countries around the world, such as Sudan. The Sahilian zone has seen consistently warmer temperatures and less rainfall since the middle of the 1960s. This can be attributed to the impact of climatic variability, which can have detrimental consequences on ecosystems and civilization in various ways. Widespread droughts, desertification, land degradation, wind and water erosion, mass migration, and resource-related conflicts are all exacerbated by this condition. Sudan is one of the most vulnerable countries to climate change and natural catastrophes (Elsheikh et al., 2022). The bulk of its land is extremely susceptible to changes in temperature and precipitation, according to an analysis of its biological zones. The air temperature has increased more than 1° C since 1980, coinciding with a decrease in rainfall (Mohamed et al., 2016). This warming is two-and-a half times faster than global warming and is essentially making "normal" years drier. Summer rainfall dropped by 10% to 20% in several areas of western and southern Sudan between the mid-1970s and the late 2000s, endangering people who were already food insecure. It is apparent that these circumstances have had a significant impact on the distribution and state of degradation of the forest savannah, agricultural land, pasture, wetland, ecological zones, and water resources. Furthermore, they have weakened food security in recent decades and are closely associated with poverty, civil conflict, and the displacement of people (NAPA, 2007; Mohamed et al., 2016).

The harm that climate change poses to ecosystems, biodiversity, and ecosystem services is widespread and getting worse. The effects of climate change have been and will continue to be seen at the individual, population, and species levels through phenology, behavioral and morphological changes, and range shifts; at the ecosystem level, these effects can be seen through shifts in primary production, species interactions and emergent properties, and extreme weather.

Because ecosystems and biodiversity provide the foundation for many services that people depend on, these changes have an influence on the delivery, regulation, support, and cultural aspects of those services, which has repercussions for people's well-being. Adaptable, proactive strategies that take the effects of climate change into account will be necessary for effective management (Weiskopf et al., 2020). In many countries, particularly developing countries including Sudan, concerns about climate change brought on by human activity are only rising. The main objective of this study is to examine the effects of global climate change on ecological systems in Sudan.

Ecological Zones in Sudan

Sudan is a large African, a northeast African country at latitudes 14 and 22° North and longitudes 22° and 38° East; Its boundaries are the Red Sea to the east, and seven nations (Eritrea, Ethiopia, South Sudan, Central Africa Republic, Chad, Libya, and Egypt) to the west. It has an area of about 1,882,000 Km² (Alzubair et al., 2020). Although it has a large plain as its overall terrain, there are modest mountains close to the southwest boundaries and mountains in the northeast along the shore of the Red Sea. The Nile River originates in the Equatorial Lakes and the Ethiopian Highlands, respectively, and joins the White and Blue Niles in Khartoum before flowing into Egypt. With different climates, Sudan is divided into many agro-ecological zones (Figure 1) (Abdalla & AbdelNour, 2001). The agriculture sector of the economy employs more than 80% of people in Sudan. At the moment, Sudan's rural populace subsists on the biodiversity and land resources. Livestock production, wood and non-timber forest products, and rainfed and irrigated agriculture are examples of this. Numerous non-timber forestry products primarily serve as food, nutrition, cultural, and livelihood items. Compared to other emerging nations, the agriculture sector contributes significantly to GDP—roughly 40%. This demonstrates unequivocally how important biodiversity is to rural residents' means of subsistence (Daur et al., 2016).

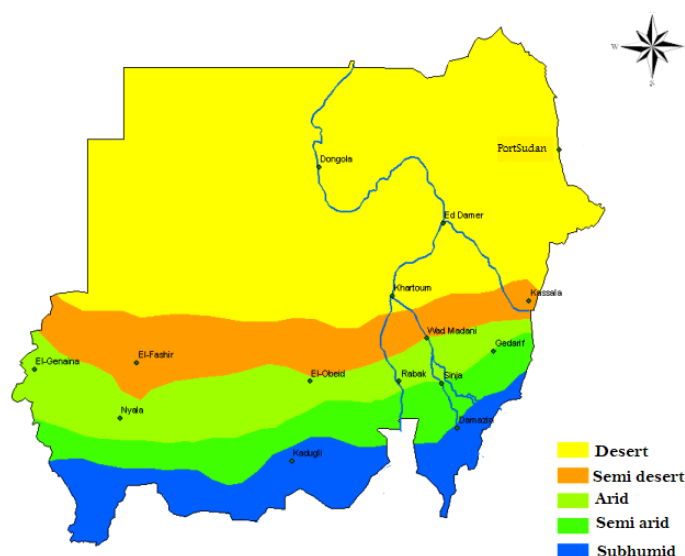


Figure 1. Sudan: Agro-Ecological Zone (Abdalla & AbdelNour, 2001)

The types, covers, and distribution of the vegetation in Sudan have changed significantly since Harrison and Jackson's 1958 assessment of the country's ecological zones. This change is seen in most of the major ecological zones, especially those that are currently experiencing environmental degradation and desertification as a result of the effects of climate change on rainfall amounts, vegetation cover, and distribution. Mohamed et al., (2016) examined the changes and deterioration of the ecological zones in central Sudan throughout the course of the previous fifty years (1958–2010); their collected data demonstrated significant alterations in many ecological zones. There was an 11% rise in the desert class. The semi-desert class had a decline of about 13.2%. There was a 6.8% rise in the woodland savannah class and a roughly 3% decline in the mountain vegetation areas. In 2010, the wetland regions finally vanished entirely. These findings demonstrate that between 1958 and 2010, the effects of climate change accelerated the processes leading to desertification, devastated ecological zones, particularly wetlands, and enhanced the variety of ecosystems in Central Sudan.

Climate Change Impacts on Ecosystems

Ecosystem structure and function changes have an impact on the economy and on people. A few of these changes include modifications to the patterns of thermal stratification in lakes and seas, modifications to the flood and drying regimes in streams and rivers, and intensification of the hydrologic cycle over huge basins. Extremes or temporal variations frequently have a bigger effect on society and cost more money than variations in ordinary conditions. Acknowledging these problems, management strategies and action plans for climate change have started to take predicted variations in extremes or seasonality into consideration (Grimm et al., 2013). Due to its reliance on agriculture, which is extremely sensitive to weather and climate variables like temperature, precipitation, light, and extreme events, as well as having a low capacity for adaptation, Sub-Saharan Africa has been described as the region most vulnerable to the effects of global climate change (Elsheikh et al., 2023). The main elements affecting the average distribution of precipitation are surface topography, atmospheric circulation patterns, and moisture availability (Bagdatlı & Arslan, 2019; Bagdatlı & Arıkan, 2020). Since the 1980s, there have been variations in the volume, intensity, frequency, and type of precipitation, which suggests that human-caused temperature changes are altering precipitation patterns (Bagdatlı & Can, 2019; Afreen et al., 2022).

In Sudan, drought is another frequent threat. According to studies, the Sahara is expected to move south at a pace of 1.5 km per year if present rainfall patterns continue, which would change the agroclimatic zone and make more land unsuitable for cultivation in many areas of Sudan. Due to its natural dryness, Sudan experiences very seasonal precipitation, with the majority of the year's rainfall falling in just two or three months. The significant disparity in the distribution of rainfall creates a persistent danger of both extended droughts and extremely dry periods. The majority of the country, including the Darfur area, North and West Kordofan, Eljazira, Kassala, Khartoum, Northern, River Nile, and White Nile states, had the worst drought in recent memory in 2015. In Kassala, West and South

Kordofan, and the White Nile states, subsistence farmers and pastoralists were notably impacted by below-average and uneven rainfall (ACAPS, 2023).

The changing of precipitation patterns in Sudan is one of the most prominent consequences of climate change. The nation has always relied on the seasonal rains to support its agricultural pursuits. However, there has been a discernible change in rainfall patterns due to climate change, which has resulted in unpredictable and occasionally catastrophic weather events like floods and droughts.

Every element of existence is impacted by climate change. This is especially evident in Sudan, a nation that is extremely susceptible and has seen decades of rising droughts, highly variable rainfall, depletion of water supplies, and millions of hectares of deserts (UNEP, 2019). The people of Sudan were aware of the ongoing environmental calamity known as drought and desertification, which had devastated the nation since the early 1970s. Moving sand dunes that creep towards the Nile and bury the farms on the small strip of arable land along the Nile, the burial of villages and infrastructure, general desiccation, and the frequency of sandstorms throughout central Sudan are the most severe manifestations of the problem in the northern states. As the issue got worse in the 1980s, it showed itself as a severe drought that resulted in a serious food scarcity, the loss of livestock, and the eviction of rural residents. The fact that the environmental catastrophe posed a major threat to national security and sparked disputes between established and nomadic populations that eventually turned into ethnic and tribal clashes was its most dangerous feature. This state of affairs resulted from the improper exploitation of natural resources, especially soil and forest vegetation (Mohamed et al., 2016). Overall, poor sub-Saharan African, Middle Eastern, and North African countries are projected to experience faster, more severe, and more extreme consequences of climate change on agriculture, the food system, and the macro economy than the global average. This is because, despite the industry's significance in generating revenue and profits for exports, the environment today, less varied and poor rural economies, and the low rate of agricultural growth (Siddig et al., 2020). Sudan is expected to experience increasing temperatures, more erratic seasonal precipitation, more frequent droughts, rising sea levels, and stronger storm surges due to climate change. Sudan is one of the most sensitive nations in the world to climatic fluctuations and change. Sudan is still working to fight poverty, lessen food insecurity, and manage its natural resources responsibly, but these efforts are complicated by climate change.

Extreme weather events brought on by climate change may have more profound effects on underdeveloped economies, according to Hallegatte et al. (2007). Sudan is a poor country; in 2012, 58% of rural families were living below the national poverty line, which is set at USD 1.25 per day (MHRDL, 2013). A large portion of the nation's GDP, half of its foreign exchange earnings, and 65% of the population's livelihoods are derived from agriculture (CBoS, 2016). Over 90% of the area under cultivation is used for rainfed agriculture, making the food produced and the livelihood it provides for the Sudanese people susceptible to fluctuations in rainfall and broader climate change and unpredictability. The whole economy is therefore anticipated to be impacted by climate change effects on agriculture, either directly or indirectly, and it is crucial

to comprehend the many impact paths. In spite of its significance, not much study has been done on how climate change is affecting Sudan.

Studies that are now available indicate that rainfall will increase due to climate change, improving agricultural productivity (Siddig et al., 2020). The ecological effects of climate change in Sudan are closely linked to its socioeconomic consequences. In Sudan, a large number of populations rely on agriculture and natural resources for their subsistence. A disturbance in the natural cycle of life has an immediate impact on the availability of food, water, and general well-being in these communities.

In terms of climate change's effects on the biodiversity of animals, about one-fifth of all known species of plants, animals, and birds, as well as one-sixth of all amphibians and reptiles, are found in Africa, which makes up roughly one-fifth of the world's geographical area. The marine life in Africa has already been impacted by climate change. In 1998, the Indian Ocean's coral reefs suffered severe bleaching, with over 50% of them dying in certain areas. Fisheries, food security, tourism, and marine biodiversity as a whole are all significantly impacted when coral reef systems are damaged. Africa's terrestrial animal richness is mostly found in its tropical forests and savannas. These species are expected to be impacted by the loss or modification of terrestrial habitats due to climate change. Since there have been few comprehensive studies on the effects of climate change on terrestrial animals in Africa, those that have been conducted show the potential breadth of the changes. For example, the range of African antelope species may change if climate change reaches the extent expected for the twenty-first century (Desanker, 2002). Over 90% of the 80 species of antelope found worldwide are concentrated in Africa (Macdonald, 1987). Temperature rises pose a special threat to montane hubs of biodiversity because many of them house isolated plant populations that are incapable of migrating. There might be thousands of plant species affected (Desanker, 2002). Overall, Sudan's biodiversity will be significantly impacted by climate change. As a result, significant cuts in the emissions of gases that trap heat as well as adaptation measures are required.

CONCLUSION

Sudan is among the countries most vulnerable to global climate change and volatility. Climate change is predicted to bring with it higher sea levels, more frequent droughts, more unpredictable seasonal precipitation, flooding, and more powerful storm surges. Sudan is still making attempts to combat poverty, and appropriately manage its natural resources, but climate change is making these efforts more difficult.

The adverse effects of climate change and global warming currently pose a significant threat to the nation's sustainable development. The management of water resources in Sudan, preservation of soil and agricultural production, the safeguarding of ecosystems and biodiversity, addressing public health issues, and human social vulnerability may all be substantially enhanced by the adoption of positive climate change adaptation policies (Naess, 2013; Mohamed et al., 2016). Promoting a suitable national management plan and sustainable development policy will undoubtedly be a coordinated effort to lessen susceptibility to the predicted adverse effects of climate change. In order to create and execute the best methods for

mitigating and adapting to climate change, many experts believe that it is necessary to combine indigenous knowledge about drought with contemporary scientific understanding and technological advancements.

REFERENCES

- Abdalla AA, Abdel Nour HO. The agricultural potential of Sudan. Executive Intelligence Review, February, 28,8, 2001.
- ACAPS, Sudan: anticipated impacts of the 2023 rainy season, thematic report, https://www.acaps.org/fileadmin/Data_Product/Main_media/20230621_ACAPS_The_matic_report_Sudan_anticipated_impacts_of_the_2023_rainy_season.pdf (Access Date: 25.11.2023).
- Afreen M, Ucak I, Bagdatli MC. The analysis of climate variability on aquaculture production in Karachi of Pakistan, International Journal of Engineering Technologies and Management Research, 9,8, 2022.
- Alzubair MA, Hy M. Research: Status. Gap and Future Challenges (Sudan Study Case) Key Words: Vegetation Degradation, Drivers of Desertification, Socio-Economic Contexts, Non-Erodiable Soil Particles (NEP) and Sudan, July, 12, 07, 2020.
- Bagdatli MC, Arikan EN. Evaluation of monthly maximum, minimum and average temperature changes observed for many years in Nevsehir province of Turkey, World Research Journal of Agricultural Science (WRJAS), 7,2, 2020.
- Bagdatli MC, Arslan O. Evaluation of the number of rainy days observed for long years due to global climate change in Nevşehir/Turkey, Recent Research in Science and Technology Journal, 11,9, 2019.
- Bagdatli MC, Ucak I, Elsheikh W. Impact of global warming on aquaculture in Norway. International Journal of Engineering Technologies and Management Research, 10,3, 2023.
- Bagdatli, M. C., & Can, E., Analysis of Precipitation Datas by Mann Kendall and Sperman's Rho Rank Correlation Statistical Approaches in Nevsehir Province of Turkey, *Recent Research in Science and Technology Journal*, 11,24, 2019.
- CBoS (Central Bank of the Sudan) The 56th Annual Report of the Central Bank of the Sudan CBoS, Khartoum, Sudan, 2016, <http://www.cbos.gov.sd/sites/default/files/annual2016.pdf> (Access Date: 25.11.2023).
- Daur N, Adam YO, Pretzsch J. A historical political ecology of forest access and use in Sudan: Implications for sustainable rural livelihoods. Land Use Policy, December, 15,58, 2016.

- Desanker PV., Impact of climate change on life in Africa, 2002. <http://www.taccire.sua.ac.tz/bitstream/handle/123456789/145/africaclimate.pdf?sequence=1> (Access Date: 28.11.2023).
- Dursun S, Kunt F, Ozturk ZC, Vrenozi B. The Effects of Global Climate Change on Ecology. Journal of Bahri Dagdas Crop Research, 2015.
- Elsheikh W, Ucak I, Bagdatli MC. The Assessment of Global Warming on Fish Production in Red Sea Region of Sudan. Eurasian Journal of Agricultural Research, 6,2, 2022.
- Elsheikh, W, Ucak. I, and M. C Bagdatli., *Food Crisis and Global Warming in Africa, 3rd International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, Malatya, 495-500, 2023.
- Grimm NB, Chapin III FS, Bierwagen B, Gonzalez P, Groffman PM, Luo Y, Melton F, Nadelhoffer K, Pairis A, Raymond PA, Schimel J. The impacts of climate change on ecosystem structure and function. *Frontiers in Ecology and the Environment*, November, 11,9, 2013.
- Hallegatte S, Hourcade JC, Dumas P. Why economic dynamics matter in assessing climate change damages: illustration on extreme events. *Ecological economics*, April, 20,62, 2007.
- Macdonald D. The encyclopaedia of mammals. Equinox, 1987.
- MHRDL, Ministry of Human Resources Development and Labor) *Sudan Labor Force Survey*, Khartoum, Sudan, 2013.
- Mohamed NA, Bannari A, Fadul HM, Zakieldeem S. Ecological zones degradation analysis in central Sudan during a half century using remote sensing and GIS, *Advances in remote sensing*, 5,4, 2016.
- Naess LO. The role of local knowledge in adaptation to climate change, *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, March, 4,2, 2013.
- NAPA, National Adaptation Programme of Action Republic of the Sudan. Ministry of Environment and Physical Development, Higher Council for Environment and Natural Resources, Khartoum, Sudan, 2007.
- Siddig K, Stepanyan D, Wiebelt M, Grethe H, Zhu T. Climate change and agriculture in the Sudan: Impact pathways beyond changes in mean rainfall and temperature. *Ecological Economics*, March 1,169, 2020.
- UNEP, 2019. <https://www.unep.org/explore-topics/disasters-conflicts/where-we-work/sudan/climate-change-and-adaptation> (Access Date: 25.11.2023).

Weiskopf SR, Rubenstein MA, Crozier LG, Gaichas S, Griffis R, Halofsky JE, Hyde KJ, Morelli TL, Morisette JT, Muñoz RC, Pershing AJ. Climate change effects on biodiversity, ecosystems, ecosystem services, and natural resource management in the United States. *Science of the Total Environment*, September, 1,733, 2020.

AGRICULTURAL PRODUCTION ASSESSMENT OF THE WORLD DURING COVID-19 PERIOD

Researcher, Maliha AFREEN

University of Veterinary and Animal Science, Lahore, Pakistan,
malihaafreen120@gmail.com*, 0000-0001-7542-1318

Assoc. Prof. Dr. İlknur UCAK

Nigde Ömer Halisdemir University, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies,
Niğde, Türkiye, ilknurucak@ohu.edu.tr, 0000-0002-9701-0824

Assoc. Prof. Dr. M. Cüneyt BAĞDATLI

Nigde Ömer Halisdemir University, Faculty of Architecture, Department of City and
Regional Planning, Niğde, Türkiye, cuneytbagdatli@gmail.com, 0000-0003-0276-4437

ABSTRACT

Corona virus pandemic is a worldwide health disaster and it's a great challenge since the Second World War and it spread all over the world except Antarctica. According to world health organization, the very first occurrence of Corona virus happened on December 31, 2019, in Wuhan, China, which was the origin of COVID-19 pandemic and then spread all over the world with severe impacts on health, economy, survival, agriculture and food. In this review article we will discuss about the assessment of agricultural production affected by COVID-19 throughout the globe. Pandemic effects on agricultural production led to the food deficiency globally. During pandemic shortage of both demand and supply of agricultural food production occur because of seasonal production of crops, labor shortage due to quarantine, transport restrictions and consumer shortage due to lockdown. To compete with these food shortage problems it is compulsory for government take a step forward and make new alternative policies to maintain the food market in any devastating situation.

Keywords: Agricultural Production, Food deficiency, COVID-19, World

INTRODUCTION

On December 31, 2019, the first cases of infection with a new coronavirus (2019-nCoV) were discovered in Wuhan, China (WHO - World Health Organization, 2020), causing COVID-19 (Wang et al., 2020). In the past, quarantine and fear had a negative influence on human activities and economic growth (Hanashima and Tomobe 2012; Bermejo 2004).

When an infectious disease outbreak develops, hunger and malnutrition increase (Burgui 2020). The COVID-19 pandemic causes supply and demand shocks that affect all major economic sectors, especially agriculture. The scope of COVID-19's effects might be better comprehended across the value chain, which depicts how food travels from farmer-producers to processors,

distributors, retailers, and lastly to customers' plates. Overall, the food supply chain depicts the relationship between supply and demand in a food system (Gregorioa and Ancog, 2020).

Agriculture is necessary for survival, and the food system is necessary for today's contemporary civilization. These operations cannot be turned down without catastrophic effects. As a result, the impact of the new Coronavirus - COVID-19 on agricultural and food systems must be evaluated. Recently, some study has been undertaken on the pandemics immediate and anticipated future implications (Ceylan and zkan, 2020). The COVID-19 epidemic's worldwide impact on agriculture demands both urgent and long-term remedies. Above all, it is critical to assess and comprehend the direct implications of the current pandemic on agricultural and food systems in order to design appropriate responses. As a result, agricultural systems' risks, vulnerability, resilience, and systemic adjustments to adapt to the current situation must be adequately understood (Boughton et al. 2021; Cattivelli and Rusciano 2020; Darnhofer 2020; Diesner 2020; Gunther 2020; Henry 2020).

According to Boughton et al. (2021), who conducted research across Myanmar's agri-food system, the economic repercussions of COVID-19 shocks on farms and agricultural workforce-dependent households, agribusiness enterprises, and rural and urban purchasers were severe. The agri-food business has been touched by a number of crises, including domestic and international demand shocks, supply interruptions due to movement restrictions, and financial restraints. In this review, we analyzed and evaluated the global effect of COVID-19s.

REVIEW of LITERATURE

Food security, labor availability, agricultural system resilience, farming system interconnectivity, and other effects of the covid-19 pandemic may be classified into five categories (Cranfield 2020; Darnhofer 2020; Jámor et al., 2020; Siche 2020; Villulla 2020). Assessment of Covid-19 consequences has done globally from which some countries detail is given here.

Romania

Popescu and Popescu (2021) conducted a thorough examination of the COVID-19 pandemic's effects on Romanian agricultural systems, compliance with limits, and interactions with authorities, and gave some recommendations for future handling of such situations. They said that Romania's agricultural systems were deficient and that the sector needed to be actively monitored and supported in order to maintain food security during a crisis. Rapid government responses and remedies, increased digitization, adjusting to obstacles, promoting local cultivars, and investments in better agricultural mechanization and innovation should all contribute to mitigating the effects of crises and ensuring food security stability.

Tanzania and South Africa

In Tanzania and South Africa, Tripathi et al. (2021) evaluated the impacts of COVID-19 on agriculture, indigenous agricultural methods, and farmer adaptation approaches. COVID-19 had a significant impact on agriculture and food security, according to their research, due to indirect effects such as income losses and falling demand, supply chain breakdown, altered consumer reactions and dietary changes, and international and domestic trade disruptions. COVID-19 had a smaller impact on farmers in diversified and mixed agricultural systems, such as those found in Tanzania, where farmers raise both cash and food crops and rely less on international markets. Large-scale commercial apple and potato farmers that rely on cash and single commodity systems have suffered financial losses as a result of market volatility and closure.

America and Canada

In the USA and Canada, the closure of hotels, restaurants, schools, and other similar institutions in food demand has already fallen. Due to transportation restrictions, there is a shortage of manpower for field activities such as harvesting, processing, and packing. Consumer panic buying causes a shortage in the food market. During the peak season in late April 2020, weekly beef production fell by a third (USDAAMS, 2020). Grain demand has also decreased as a result of the reduced usage of ethanol as a fuel. As a result, the cost of production rises. Soybean and other oil seed prices have recently fallen as well (Weersink et al., 2021). USDA implements the CFAP program for agriculture, livestock, and dairy farmers to help them cope with the loss. In the United States and Canada, the closure of hotels, restaurants, schools, and other such organizations has already reduced food consumption. Manpower for field tasks such as harvesting, processing, and packing is in short supply due to transportation constraints. The food industry suffers as a result of consumer panic buying. Weekly beef output declined by one-third during the peak season in late April 2020 (USDAAMS 2020). Grain consumption has also fallen as a result of decreasing ethanol use as a fuel. As a result, production costs grow. Prices for soybeans and other oil seeds have lately dropped as well (Weersink et al., 2021). The USDA conducts the CFAP program to assist agriculture, livestock, and dairy producers in dealing with loss of income caused by COVID-19 (Paulson et al., 2020).

China

In China, quarantine and mobility restrictions have resulted in a large decrease in farm income throughout the year. Migrant laborers have been unable to report for work, causing substantial disruptions in harvesting and post-harvest activities. Wildlife farming has lately suffered a setback. COVID-19 has also impacted cereal crop yields of the three major grain crops (rice, wheat, and maize) due to a lack of agricultural production resources and spring plowing limitations. Agricultural production commodities such as seeds, fertilizers, insecticides, and other agricultural inputs were unable to deliver on time due to limits on firms beginning operations and road closures (Pan et al. 2020). Special travel cards, a public collecting platform, and e-commerce were designed to facilitate the delivery of fresh agricultural commodities with

the restoration of the animal feed, slaughtering, and meat processing industries (Haque et al., 2022).

Cambodia

Cambodian Royal government gives permission for export only fragrant rice which harmfully effects on production and livelihood of farmers. Government allocates USD 50 million in low interest for agricultural sector. State owned Rural Development Bank would distribute the fund to enhance the local production capacity. Especial care should be taken to the small farm owners by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. Government started training on modern agricultural technologies to create job and income generation activities in rural households (Hossain, 2018). The Cambodian Royal Government allows only fragrant rice to be exported, which has a negative impact on farmer output and livelihood. The government has set aside USD 50 million in low-interest loans for the agriculture industry. The financing will be distributed by the state-owned Rural Development Bank to boost local manufacturing capabilities. The Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries should pay special attention to small farm owners. The government began training in contemporary agricultural technology in order to create jobs and generate money in rural communities (Hossain, 2018).

India

Harvesting operations in India are impeded by a lack of migrant labor. The shutdown of enterprises such as hotels, restaurants, sweetshops, and teashops has caused agricultural commodity prices to plummet. Horticulture has a productivity loss of 5.7%. The percentage of agricultural inputs available remains in the 9 to 11 percent range (seed 9.2%, fertilizer 11.2%, and insecticides 9.8%). and raise percentages of farming input prices: seeds 8.8%, fertilizers 10%, and pesticides 9.0% (NABARD, 2020). Agriculture has been classified by the Indian government as one of the most important activities in the state. Agriculture-related activities are not covered by the lockdown. The government has encouraged public and commercial seed producers to provide high-quality seeds to farmers for the next planting season. The Indian government focused on monitoring to keep the agriculture supply chain working smoothly (Haque et al., 2022).

Pakistan

COVID-19 has made it difficult for Pakistanis to get agricultural inputs and supplies. The cost of manufacturing increased as a result of the scarcity of inputs. Workforce movement limitations impede output throughout the wheat harvesting season. Agriculture and small and medium-sized companies each received 100 billion Pakistani rupees (USD 612 million), with interest payments deferred in both sectors. The cost of wheat is projected to be 280 billion Pakistani rupees (USD1.76 billion) (Hossain, 2018).

Sri Lanka

In Sri Lanka, restrictions limit the distribution and storage of perishable agricultural goods. Although the auction price of tea soared, output decreased owing to the curfew. To develop family gardens and increase fruit and vegetable output, the Sri Lankan government created the Saubhagya Gewatta (Prosperous family Gardens) initiative. The government is working to strengthen the rural seed farm project, organic fertilizer application, and the manufacturing of home garden goods for family use (Hossain, 2018).

Indonesia

Farm application in Indonesia is complicated by mismanagement of agricultural inputs such as seed, fertilizer, herbicides, and other chemicals. Intercultural operations, harvesting, post-harvest activities, and agricultural commodity supply chains are all affected by a labor shortage and transportation restrictions (Rozaki, 2020). The Ministry of Agriculture partnered with the provincial government to build the Farmers' Cooperative Market, also known as Pasar Mitra Tani, to shorten the supply chain between producer and buyer (Haque et al., 2022).

Malaysia

Night markets, farmers' markets, and street vendors were destroyed in Malaysia during the lockdown (Movement Control Order-MCO). Fresh food demand has plummeted substantially. MCO has had an impact on the food manufacturing process. Between March 23, 2020 and March 31, 2020, 21.9% of farm workers lost their employment. The government permits agriculture, fishing, and livestock supply networks to run on standard time. The PRIHATIN Rakyat Economic Stimulus Package (MYR250 billion) has been launched by the government. The Ministry of International Trade and Industry formed a special committee to devise innovative ways to handle the present economic and labor market challenges (Hossain, 2018). The Federal Agricultural Marketing Authority (FAMA) is supporting vegetable producers in overcoming a huge supply shortage. The Ministry of Higher Education funds research in agriculture, food security, the economy, transportation, and public health (Hossain, 2018).

Middle East and Sub-Saharan area

Labor limitations and transportation constraints hampered the collection of fresh agricultural goods in the Middle East and Sub-Saharan Africa. When cafés, restaurants, and schools close, the demand for food goods decreases. Reduce rice and maize output as a result of the global crisis and growing transaction value, which raises production costs (Ayanlade and Radeny 2020). National governments in Egypt, Tunisia, and Morocco have suggested one-time subsidies for informal labor such as market sellers. The Moroccan government provides logistical assistance and establishes an e-marketplace for local items affected by the cancelation of the current International Agriculture Fair. Mobile money transfers are given to migrant workers. The government supports poor people with grain and agricultural inputs (Haque et al., 2022).

Europe

In 2020, the volume of agricultural industry production fell 1.4%. Sugar output has declined by 12% when compared to the 2015-2019 season average. The flower and plant business incurred enormous financial losses of 4.12 billion EUR during the first wave. COVID-19 reduces the output of plants, fruits, and honey. Because of the EU's travel prohibition, there is a labor shortage during harvest season. Increase the cost of agricultural inputs such as herbicides, fertilizer, and seeds (Haque et al., 2022).

According to Temesgen et al. (2022), around 120 sample families in the research region were touched by the COVID-19 crisis, with worker reductions ranging from 25% to 50% owing to mobility restrictions to limit the pandemic. Measures impacting people's freedom of movement, such as seasonal workers, may have an effect on food production in the research regions. According to the survey findings, a labor shortage in agriculture due to disease fear and illness might have a major impact on agricultural and livestock output in the studied areas. Such restrictions on movement make it difficult for many workers to get to and from work (ILO, 2020).

These laborers are increasingly returning to their communities as a result of the restrictions on travel and gatherings. According to ILO. (2020), the survey results also revealed that more than 37% of sample households in the study area were impacted by the COVID-19 crisis on workforce, lower consumer confidence, and lower demand in virus-affected farmers across the region will be transferred down the value chain, affecting demand and production levels at each stage, even in areas not directly affected by the virus. Demand implications are anticipated to differ significantly across sectors (for example, demand for agricultural products is likely to decline less than demand for seasonal clothing), and the number of employees impacted is also heavily influenced by the degree of labor-intensive stages in the manufacturing process. As transportation constraints rise and diminish agricultural sector supply, it may confront strong demand spikes for zonal or regional produce.

According to the International Labour Organization (ILO), rural farmers were susceptible owing to low average earnings, a lack of protection, and seasonal or climate-related disruptions; they were especially vulnerable to losing their livelihoods due to decreased consumption and limited access to markets and inputs. Given the paucity and low quality of sanitation and healthcare facilities, the study's findings suggest that farmers and traders face severe health risks if lockdowns are lifted. As a result, there is a very short market channel that forms a trade-off between sickness and famine, supporting the need for further testing and risk information.

According to the study's findings, COVID-19 has damaged the agriculture industry more than 60% more than other industries such as tourism, construction, and transportation. The results also showed that more than 25% of sample farmers in the research regions were encouraged to stay at home, and that 25% of them had an influence on the sale of their products, and that

commercial enterprises were laying off personnel. The pandemic's supply-side impact on the economy is the loss of labor inputs owing to social isolation, movement restrictions, quarantine, sickness, and production interruption (Temesgen et al., 2022).

CONCLUSION

This study suggests that the government's fiscal and monetary policy tools deployed to combat the epidemic be maintained, enforced, and applied in a coordinated manner to support the efficacy of measures until the economy recovers. Assessments to determine the effect and contingency planning to assist affected lives should continue. Support contextualized agri-based activities that reduce the impact of COVID-19 on agricultural and animal value chains, as well as the related livelihoods of smallholder farmers.

REFERENCES

- Ayanlade, A. and Radeny, M. (2020). COVID-19 and food security in SubSaharan Africa: implications of lockdown during agricultural planting seasons. *Nature Partner Journals science of food*, 4, 1–6. <https://doi.org/10.1038/s41538-020-00073-0>
- Bermejo, A. *HIV/AIDS in Africa*. New Economy 11, 164–169, 2004.
- Boughton, D., Goeb, J., Lambrecht, I. Impacts of COVID-19 on agricultural production and food systems in late transforming Southeast Asia: the case of Myanmar. *Agricultural System*, 188, 103026, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.103026>
- Burgui, D. *Coronavirus: How action against hunger is responding to the pandemic*. In: Available in: <https://www.action-against-hunger.org/story/corona-virus-how-action-against-hunger-responding-pandemic>. Accessed 10 Aug 2020.
- Cattivelli, V. and Rusciano, V. Social innovation and food provisioning during Covid-19: the case of urban–rural initiatives in the province of Naples. *Sustainability*, 12, 4444, 2020. <https://doi.org/10.3390/su12114444>
- Ceylan, F. and Özkan, B. *Assessing impacts of COVID-19 on agricultural production and food systems in the world and in Turkey*. Gaziantep University Journal of Social Sciences, 19(COVID-19 Special Issue), 472-485, 2020.
- Cranfield, JAL. *Framing consumer food demand responses in a viral pandemic*. Canadian Journal of Agricultural Economics/revue Canadienne D'agroeconomie, 68, 151–156, 2020. <https://doi.org/10.1111/cjag.12246>
- Darnhofer, I. *Farm resilience in the face of the unexpected: Lessons from the COVID-19 pandemic*. Agricultural and Human Values, 37, 605–606, 2020
- Diesner, D. *Self-governance food system before and during the Covid-crisis on the example of Campi Aperti, Bologna, Italy*. Interface: A Journal for and About Social Movements, 12, 266–273, 2020

EUR-Lex. *Communication from the Commission Guidelines concerning the exercise of the free movement of workers during COVID-19 outbreak 2020/C 102 I/03*. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020XC0330\(03\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020XC0330(03)). Accessed 30 Mar 2020.

Gregorioa, G. B. and Ancog, R. C. *Assessing the impact of the COVID-19 pandemic on agricultural production in Southeast Asia: toward transformative change in agricultural food systems*. Asian Journal of Agriculture and Development, 17(1), 1-13, 2020

Gunther, A. *COVID-19: fight or flight*. Agriculture and human values, 37, 591–592, 2020.

Hanashima, M., Tomobe, K. *Urbanization, industrialization, and mortality in modern Japan: a spatio-temporal perspective*. Artificial neural network GIS 18, 57–70, 2012.

Haque, M. K., Zaman, M. R. U., Rahman, M. A., Hossain, M. Y., Shurid, T. I., Rimi, T. A., Rabbany, M. G. *A review on impacts of COVID-19 on global agricultural system and Scope for Bangladesh after pandemic*. Environmental Science and Pollution Research, 29(36), 54060-54071, 2022.

Henry, R. *Innovations in agriculture and food supply in response to the COVID-19 pandemic*. Molecular Plant breeding, 13, 1095, 2020.

Hossain, S. T. *Impacts of COVID-19 on the agri-food sector: food security policies of Asian productivity organization members*, 2018. <https://doi.org/10.4038/jas.v15i2.8794>

ILO. *COVID-19 and World of Work: Impacts and Responses*. Geneva: ILO, 2020.

Jámbor, A., Czine, P., Balogh, P. *The impact of the coronavirus on agriculture: first evidence based on global newspapers*. Sustainability, 12, 4535, 2020. <https://doi.org/10.3390/su12114535>

NABARD. *Impact Assessment of COVID-19 on Indian Agriculture & Rural Economy*. In: National Bank for Agriculture and Rural Development, 2020. Available: <https://www.nabard.org/auth/writereaddata/tender/1211203145Impact%20Assessment%20of%20COVID.pdf>. Accessed 12 Sep 2021.

Pan, D., Yang, J., Zhou, G., Kong, F. *The influence of COVID-19 on agricultural economy and emergency mitigation measures in China: a text mining analysis*. PLoS ONE 15:e0241167, 2020. Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241167>

Paulson, N., Schnitkey, G., Coppess, J. *Coronavirus Food Assistance Program (CFAP) Rules Announced*. Department of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois at Urbana-Champaign, Farm doc daily (10), 95, 2020.

Popescu, G. C. and Popescu, M. *COVID-19 pandemic and agriculture in Romania: effects on agricultural systems, compliance with restrictions and relations with authorities*. Food Security, 14, 557–567, 2021. <https://doi.org/10.1007/s12571-021-01239-8>

Rozaki, Z. *COVID-19, agriculture, and food security in Indonesia*. Reviews in Agricultural Science 8, 243-260, 2020, https://doi.org/10.7831/ras.8.0_243

Siche, R. *What is the impact of COVID-19 disease on agriculture?* Scientia agropecuaria 11, 3–6, 2020. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.00>

Temesgen, F., Wakjira, M., Abirham, A. *Assessing the economic impact of the coronavirus pandemic on the production and distribution of livestock across value chain approach: the case of Kellem Wollega zone, Oromia national regional state, Ethiopia*. International Journal of Rural Management, 18(1): 39-55, 2022.

Tripathi, H. G., Smith, H. E., Sait, S. M. *Impacts of COVID-19 on diverse farm systems in Tanzania and South Africa*. Sustainability. 13, 9863, 2021. <https://doi.org/10.3390/su13179863>

USDA-AMS. National Weekly Cattle and Beef Summary, 2020.

Villulla, J. M. *COVID-19 in Argentine agriculture: global threats, local contradictions and possible responses*. Agricultural and Human Values 37: 595–596, 2020.

Wang, C., Horby, P. W., Hayden, F. G., Gao, G. F. *A novel coronavirus outbreak of global health concern*. The Lancet 395, 470–473, 2020.

Weersink, A., von Massow, M., Bannon, N. *COVID-19 and the agri-food system in the United States and Canada*. Agricultural System, 188:103039, 2021.

WHO (World Health Organization). *Novel Coronavirus (2019-nCoV). Situation report*, 2020. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novelcoronavirus-2019/situation-reports/>. Accessed 17 May 2021.

KİŞNİŞ (*Coriandrum sativum* L.)’İN BAZI AGRONOMİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE YAPRAKTAN ÇİNKO UYGULAMALARININ ETKİSİ

Doç. Dr. Gülen ÖZYAZICI

Siirt Üniversitesi, gulenozyazici@siirt.edu.tr, , orcid.org/0000-0003-2187-6733

ÖZET

Bu çalışma, 2022-2023 yıllarında Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme arazisinde çinko (Zn) dozlarının (0, 1, 2, 3 g/L) kişniş (*Coriandrum sativum* L.) bitkisinin bazı agronomik özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada, deneme konularına göre Zn çiçeklenme öncesi ve çiçeklenme başlangıcı olmak üzere iki dönemde yapraktan uygulanmıştır. Bitki boyu, biyolojik verim, tohum verimi, hasat indeksi ve bin tane ağırlığı özellikleri incelenmiştir. Çalışmada, biyolojik verim hariç incelenen özellikler çinko dozlarından önemli düzeyde etkilenmiştir. Çinko dozlarına göre, bitki boyunun 82.3-110.7 cm, biyolojik verimin 696-793 kg da⁻¹, tohum veriminin 126.5-179.3 kg da⁻¹, hasat indeksinin %18.2-25.2, bin tane ağırlığının 4.7-5.4 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Çinko kapsamı az olan topraklarda kişniş bitkisine yapraktan 1 g/L çinko uygulanabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Coriandrum sativum*, kişniş, çinko, verim, bin tane ağırlığı

EFFECT OF FOLIAR ZINC APPLICATIONS ON SOME AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF CORIANDER (*Coriandrum sativum* L.)

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effects of zinc (Zn) doses (0, 1, 2, 3 g/L) on some agronomic characteristics of coriander (*Coriandrum sativum* L.) plant in the experimental field of Siirt University Faculty of Agriculture during the 2022-2023 vegetation period. In the study, Zn was applied foliarly in two periods, before flowering and at the beginning of flowering, according to the trial subjects. Plant height, biological yield, seed yield, harvest index and thousand grain weight characteristics were examined. In the study, the characteristics examined, except biological efficiency, were significantly affected by zinc doses. According to zinc doses, plant height, biological yield, seed yield, harvest index, thousand grain weight were changed between 82.3-110.7 cm, 696-793 kg da⁻¹, 126.5-179.3 kg da⁻¹, 18.2-25.2%, 4.7-5.3 g, respectively. It was concluded that 1 g/L zinc can be applied foliar to coriander plants in soils with low zinc content.

Keywords: *Coriandrum sativum*, coriander, zinc, yield, thousand weight.

1. GİRİŞ

Kişniş (*Coriandrum sativum* L.), Umbelliferae familyasına ait, tek yıllık, otsu bir bitkidir. Gıda ve tıbbi olarak kullanımı çok eskilere dayanmaktadır. Akdeniz bölgesine özgü bir bitki olan kişniş, Hindistan, Bangladeş, Rusya, Fas ve Orta Avrupa'da yaygın olarak yetişmektedir.

Kişniş bitkisinin taze yaprakları ve kurutulmuş tohumları kullanılmaktadır. Taze yaprakları bazı insanların hoşuna gitmekte bazıları tarafından ise rahatsız edici bulunmaktadır. Baharat olarak kullanılan kurutulmuş tohumları ise hoş bir koku ve aromaya sahip olup insanlarda rahatsızlık uyandırmamaktadır. Bu durum bitkinin değişik kısımlarının farklı kimyasal yapıya sahip olduğuna işaret etmektedir.

Hint mutfağında yaygın olarak kullanılan kişniş, Belçika'da Orta Çağ'dan beri bira üreticileri tarafından ithal edilmekte ve üretilmekte olup, Belçika beyaz biralarının yanı sıra şerbetçiotu biralarında da kullanılmaktadır (Anonymous, 2017). Kişnişin antiinflamatuvar, analjezik, antikonvülsan, kan basıncını düşürücü, kolesterol düşürücü ve sakinleştirici gibi birçok tedavi edici özelliği yanında (Asgharpanah ve Kazemivash, 2012; Laribi ve ark, 2015), antioksidan, antiinflamatuvar, analjezik, antibakteriyel, antifungal ve insektisit özellikler gibi biyolojik aktivitelere sahiptir (Yılmaz ve ark., 2022). Kişniş yaprakları ve tohumları nispeten iyi bir uçucu yağ kaynağıdır (Mandal ve Mandal, 2015). Linalool, kişniş tohumlarının uçucu yağının en büyük (% 40-70) ve en önemli bileşenidir. Kişniş uçucu yağının içeriği genellikle çeşit, iklim, olgunluk devreleri ve yetiştiği bölgenin coğrafi konumundan etkilenir (Laribi ve ark. 2015). Linalool, birçok bitkide bulunan bir monoterpen alkoldür ve çok çeşitli bakteriler üzerinde antimikrobiyal etkiye sahiptir (Mandal ve Mandal, 2015). Diğer bileşenler geraniol, pinen, limonen, geraniol asetat, terpinen ve borneoldür (Yılmaz ve ark., 2022; Nadeem ve ark., 2013). Ayrıca meyveleri yüksek oranda doymamış yağ asidi olan petroselinik asit içermekte ve bu yağ asidi kültürü yapılan diğer yağ bitkilerinin yağlarında bulunmamaktadır.

Petroselinik asit, oleik asit ile aynı sayıda karbonsal ve çift bağ sayısına sahip olmasına rağmen onu olağandışı kılan şey, oleik asidin konumsal izomeri yapan çift bağın konumudur (Kaufmann ve ark., 2022). Petroselinik asit, deterjan üretiminde yararlı bir bileşik olan laurik asit ile naylon polimer sentezinde kullanılan bir C6 dikarboksilik asit olan adipik asit karışımını üretmek için oksidatif olarak parçalanabilir (Nguyen ve ark., 2015).

Çinko, bitkilerin normal büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan 17 temel elementten biri olup bitkiler için gerekli olan 8 mikro elementin içerisinde yer almaktadır (Das ve Green, 2013). Çinko, karbonhidrat metabolizması, protein sentezi, gen ekspresyonu, oksin metabolizması, polen oluşumu, fotooksidatif hasara ve sıcaklık stresine karşı koruma ve enfeksiyona karşı dirençte rol oynayan enzimler ve proteinler ile bitkilerde önemli rol oynar (Suganya ve ark, 2020). Toprak ve bitkilerde meydana gelen çinko noksanlığının giderilmesinin en kolay ve pratik yolu topraktan ve yapraktan yağılan çinkolu gübrelemedir.

Günümüze kadar başta buğday ve mısır olmak üzere tahıllarda, yağ bitkilerinde ve yemeklik baklagillerde çinkonun verim, kalite ve bitkisel özellikler üzerine etkisiyle ilgili birçok çalışma

yapılmasına karşın tıbbi ve aromatik bitkilerde bu konuda çalışma yok denecek kadar az sayıdadır. Bu araştırma, yapraktan uygulanan çinko dozlarının kişniş (*Coriandrum sativum* L.) bitkisinin agronomik özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. MATERİYAL ve METOT

Araştırma Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait deneme alanında 2022-2023 üretim döneminde yürütülmüştür. Kişniş bitkisinin vejetasyon döneminde (Kasım 2022-Haziran 2023) ortalama sıcaklık değeri 14.9 °C ve toplam yağış miktarı 346.4 mm olarak ölçülmüştür (Anonim, 2023). Deneme kurulmadan önce 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde yapılan analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırma yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (0-20 cm)

Toprak özelliği	Birim	Değeri
Kum	%	35.32
Kil	%	38.18
Silt	%	29.49
pH		6.58
Elektriksel iletkenlik	μS/cm	350
Kireç (CaCO ₃)	%	0.08
Organik madde	%	0.80
Ahnabilir P	kg P ₂ O ₅ /ha	52
Ahnabilir K	kg K ₂ O/ha	804
Ahnabilir S	mg/kg	6.6
Ahnabilir Zn	ppm	0.61

Burdur-Tefenni yöresine ait kişniş genotipi bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Tarla denemesi tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Çinkonun 0, 1, 2 ve 3 g/L dozları araştırmanın konusunu oluşturmaktadır.

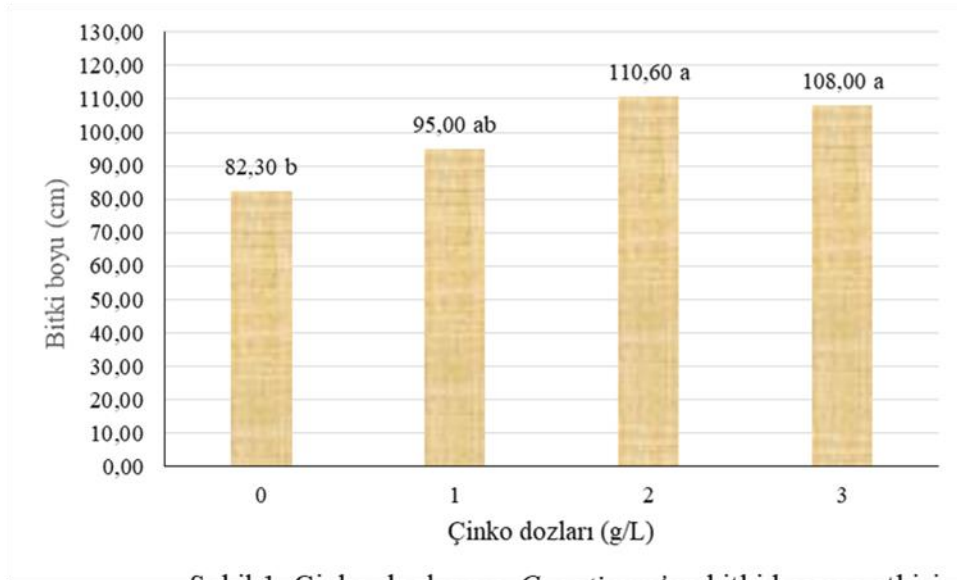
Bitkiler 30 cm sıra arası mesafede ve 4 sıra olacak şekilde, 3 kg/da ekim normu ile ekilmiş olup, parsel büyüklüğü, 1.2x2= 2.4 m²’dir. Ekim öncesi toprak analiz sonuçlarına göre, her parselde homojen olacak şekilde, 10 kg N/da azotlu (Amonyum sülfat, % 21 N) ve 6 kg P₂O₅/da fosforlu (Triple süper fosfat, % 43-44 P₂O₅) gübre uygulanmıştır. Ekim işlemi, 26 Kasım 2022 tarihinde yapılmış olup; hasat, kişniş tohumlarının sarımsı kahverengi olduğu dönemde 20 Haziran 2023 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Yapraktan çinko (Zn) uygulamaları çinko sülfat (ZnSO₄.7H₂O) formunda yarısı çiçeklenme öncesi kalan diğer yarısı ise çiçeklenme başlangıcı olmak üzere iki kez uygulanmıştır. Çalışmada, bitki boyu, biyolojik verim ve tohum verimi, hasat indeksi ve 1000 tane ağırlığı parametreleri incelenmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen veriler, tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar TUKEY çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir (Açıkgöz ve Açıkgöz, 2001).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bitki boyu

Çinko dozlarının kişniş bitkisinin bitki boyu üzerine etkisi $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bitki boyu bakımından istatistiki olarak anlamlı farklılık kontrol konusu ile diğer çinko dozlarında meydana gelmiştir. Buna göre en yüksek bitki boyu çinkonun 2 g/L (110.6 cm) ve 3 g/L (108.0 cm) dozlarında belirlenmiş, bu dozları 1 g/L çinko uygulaması izlemiştir (Şekil 1).

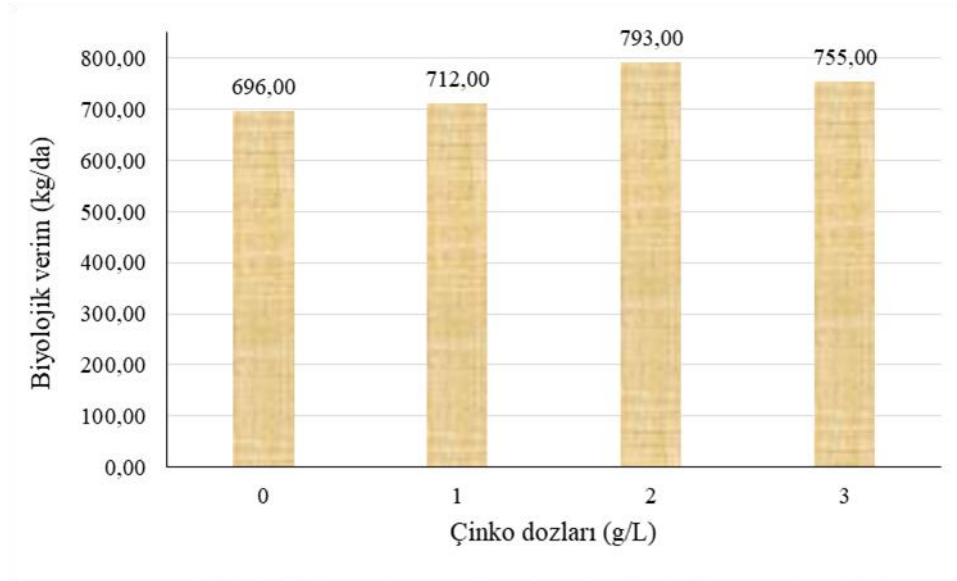


Şekil 1. Çinko dozlarının *C. sativum* 'un bitki boyuna etkisi

Bitkiler tarafından az miktarda ihtiyaç duyulan ama birçok metabolik faaaliyetlerde önemli rol oynayan çinko ile yapılan gübrelemenin Verma (1997) ile Davara Monali ve ark. (2019)'ı çinko uygulamalarının bu araştırma sonuçlarında olduğu gibi kişnişte bitki boyunu arttırdığını bildirmişlerdir.

3.2. Biyolojik verim

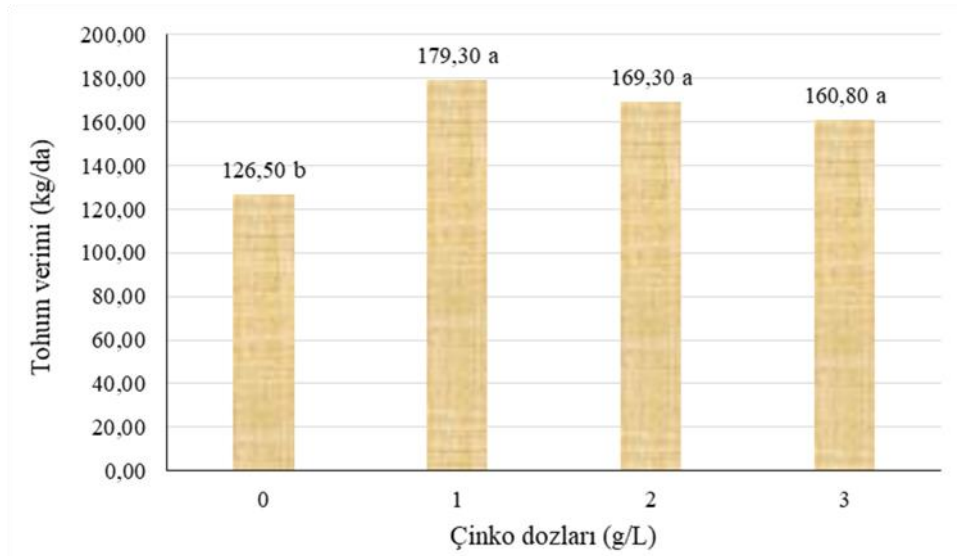
Çinko dozlarının kişnişin biyolojik verimi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Biyolojik verim değeri çinko dozlarına göre 696.0-793.0 kg/da arasında değişim göstermiştir. Bu araştırmanın sonuçlarından farklı olarak çinko uygulamalarının biyolojik verimi arttırdığını ve bunun istatistiki olarak anlamlı olduğunu rapor eden çalışmalarda bulunmaktadır (Bepari ve ark., 2020; Özbek ve Beyzi, 2021). Bu farklılık çinkonun uygulanma şeklinden, kullanılan çeşitten ve topraktaki çinko miktarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 2. Çinko dozlarının *C. sativum* 'un biyolojik verimine etkisi

3.3. Tohum verimi

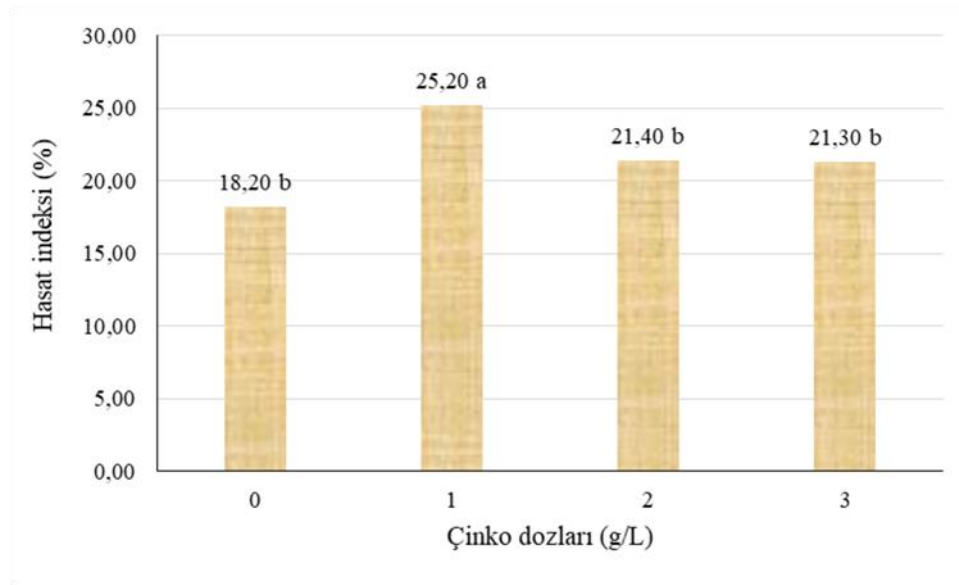
Kışniş bitkisinin tohum verimi üzerine çinko dozlarının etkileri $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Tohum verimi yönünden istatistiki olarak anlamlı farklılık bitki boyuna benzer şekilde kontrol konusu ile diğer çinko dozlarında meydana gelmiştir (Şekil 3). Özbek ve Beyzi (2021) çinko uygulamasının kışnişte tohum verimini arttırdığını en yüksek tohum veriminin (168 kg/da) ile en yüksek Zn dozundan elde edildiğini bildirmişlerdir. Bepari ve ark. (2020)'da artan çinko dozlarına paralel olarak tohum veriminin arttığını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalarda tohum veriminin 48.0-181.0 kg/da arasında değiştiğini rapor edilmiştir (Kızıl ve İpek, 2004; Tunçtürk, 2006; Gökdoğan ve Telci, 2018). Bu araştırmadan elde edilen tohum verimi değerleri literatürlerde bildirilen değerler ile uyumludur.



Şekil 3. Çinko dozlarının *C. sativum* 'un tohum verimine etkisi

3.4. Hasat indeksi

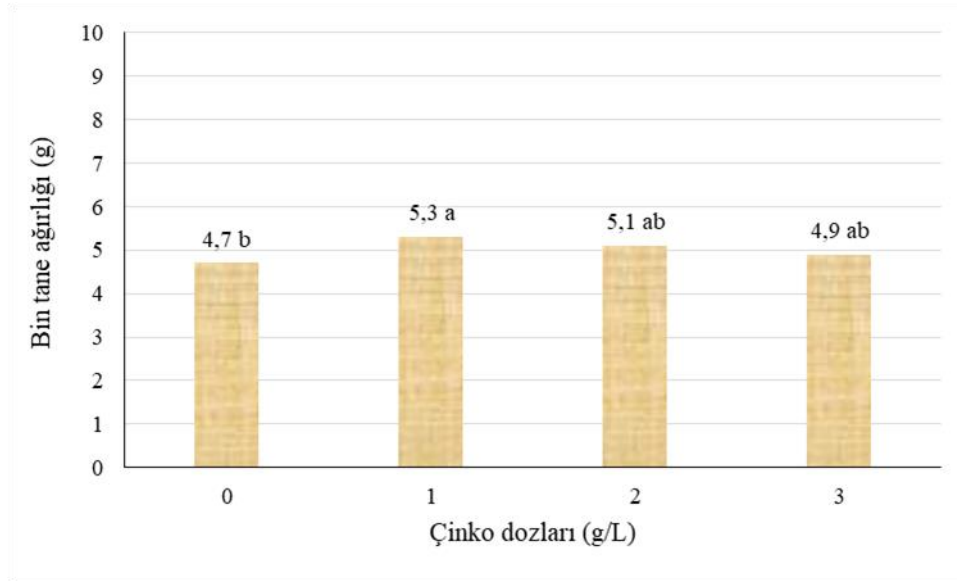
Çinko dozlarının hasat indeksine etkisi $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek hasat indeksi % 25.2 ile 1 g/L çinko uygulamasında elde edilmiştir. Bunu istatistiki olarak ikinci grubu oluşturan 2 g/L (%21.40) ve 3 g/L (%21.30) dozları takip etmiştir. Hasat indeksini, Beyzi ve ark. (2017) Arslan çeşidinde %28.9-39.3, Gürbüz çeşitinde ise %22.0-35.9, Erdoğan ve Esendal (2018) ise %23.50-39.10 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çinko dozunun 1 g/L hariç diğer uygulamalardan elde edilen hasat indeksi değerleri yukarıda literatürlerde bildirilen hasat indeksi değerlerinin altında yer almıştır. Bu durumun genotipten, iklim ve toprak koşullarından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4. Çinko dozlarının *C. sativum*'un hasat indeksine etkisi

3.5. Bin tane ağırlığı

Çinko dozlarının kişnişin bin tane ağırlığına etkisi $p < 0.05$ düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En yüksek bin tane ağırlığı 1 g/L çinko dozundan (5.3 g) elde edilmiş olmakla beraber 2 (5.1 g) ve 3 g/L (4.9 g) çinko dozları ile aralarında istatistiki olarak farklılık bulunmamaktadır. Burdur kişniş genotipi ile yürütülen çalışmalarda, bin tane ağırlığının 5.56-8.19 g arasında değiştiğini rapor etmişlerdir (Yalçıntaş, 1995; Emirlioğlu ve Yıldız, 2020; Ermiş, 2021). Özbek ve Beyzi (2021) çinko dozlarının bin tane ağırlığına etkisinin istatistiki anlamda etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Öktem ve ark. (2016) kırmızı mercimekte, Taban ve ark. (1997) buğdayda bin tane ağırlığını arttırdığını bildirirken, Aytaç ve ark. (2016) kanolada çinko uygulamalarının bin tane ağırlığını etkilemediğini rapor etmişlerdir.



Şekil 5. Çinko dozlarının *C. sativum* 'un bin tane ağırlığına etkisi

4. SONUÇ

Araştırma sonucuna göre, kişniş bitkisinde ele alınan parametreler açısından yapraktan 1 g/L çinko sülfat gübre uygulamasından olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bununla beraber benzer iklim ve toprak koşullarında, Zn dozunun tespit edilebilmesi için en az iki yıllık çalışmanın yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Açıkgöz, N., Açıkgöz, N. Common mistakes in the statistical analyzes of agricultural experiments I. single factorials. ANADOLU Journal of Aegean Agricultural Research Institute, 11(1): 135-147, 2001.
- Anonymous, Coriander: Belgium's secret spice. Blogpost. February 7th, 2017.
- Asgharpanah, J., Kazemivash, N. Phytochemistry, pharmacology and medicinal properties of *Coriandrum sativum* L. African Journal of Pharmacy and Pharmacology, 6, 2340-2345, 2012.
- Aytaç, Z., Gülmezoğlu, N., Kutlu, İ., Tolay, İ. Çinko uygulamasının kanola (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) çeşitlerinin verim ve sabit yağ oranı üzerine etkisi. Toprak Su Dergisi, 5(1), 29-36, 2016.
- Bepari, A., Naruka, I. S., Kiran, M. R., Kumar, K. 2020. Interaction effect of sulphur and zinc on yield attributes and B: C ratio of coriander (*Coriandrum sativum* L.) cv. RCr-436. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 9(3), 2220-2222, 2020.
- Beyzi, E., Güneş, A., Gürbüz, B. Effects of humic acid treatments of yield, morphological characteristics and essential oil components of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Res. J. Soil Biol. 9,1-8, 2017.
- Das, S., Green, A. Importance of zinc in crops and human health. J. SAT Agric. Res, 11, 1-7, 2013.

- Davara Monali, A., Polara, K. B., Ribadiya, T. R., Vadaliya, B. M., Vekariya, L. C. Effect of potassium and zinc on growth, yield and quality of coriander (*Coriandrum sativum* L.). International Journal of Chemical Studies, 7(4), 292-295, 2019.
- Emiralioglu, O., Yaldiz, G. Bolu koşullarında farklı kişniş (*Coriandrum sativum* L.) çeşit ve popülasyonlarının verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Akademik Ziraat Dergisi, 9(2), 307-316, 2020.
- Erdoğan, Y., Esenal, E. The effects of nitrogen doses on the seed yield and some agronomic characteristics of coriander cultivars. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 15(1), 95-101, 2018.
- Ermiş, E.E. Aydın koşullarında farklı kişniş (*Coriandrum sativum* L.) genotiplerinin bazı tarımsal özellikleri ile uçucu yağ kalitesinin belirlenmesi. (Master Tezi) Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, 78 s.
- Gökdoğan, G. A., Telci, İ. Bazı kişniş (*Coriandrum sativum* L.) genotiplerinin Isparta koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22, 165-1168, 2018.
- Kaufmann, K. C., Sampaio, K. A., García-Martín, J. F., Barbin, D. F. Identification of coriander oil adulteration using a portable NIR spectrometer. Food Control, 132, 108536, 2022.
- Kızıl, S., İpek, A. The effects of different row spacing on yield, yield components and essential oil content of some coriander (*Coriandrum sativum* L.) lines. J. Agric. Sci. 10, 237-244, 2004.
- Laribi, B., Kouki, K., M'Hamdi, M., Bettaieb, T. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) and its bioactive constituents. Fitoterapia, 103, 9-26. 2015.
- Mandal, S., Mandal, M. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil: Chemistry and biological activity, Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 5(6), 421-428, 2015.
- Nadeem, M., Muhammad Anjum, F., Issa Khan, M., Tehseen, S., El-Ghorab, A., & Iqbal Sultan, J. Nutritional and medicinal aspects of coriander (*Coriandrum sativum* L.) A review, British Food Journal, 115(5), 743-755, 2013.
- Nguyen, Q. H., Talou, T., Cerny, M., Evon, P., Merah, O. 2015. Oil and fatty acid accumulation during coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruit ripening under organic cultivation. The Crop Journal, 3(4), 366-369, 2015.
- Öktem, A. G., Coşkun, M., Almaca, N. D., Öktem, A., Söylemez, S., Tekgül, Y. T., Yetim, S., Sürücü, A. Şanlıurfa-Ceylanpınar koşullarında yetiştirilen yerli kırmızı (Lens culinaris Medic.) mercimek çeşidine farklı miktarlarda uygulanan çinkonun verim ve verim unsurlarına etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25(Özel Sayı-1), 225-230, 2016.
- Spence, C. Coriander (cilantro): A most divisive herb. International Journal of Gastronomy and Food Science, 100779, 2023.

- Suganya, A., Saravanan, A., Manivannan, N. Role of zinc nutrition for increasing zinc availability, uptake, yield, and quality of maize (*Zea mays* L.) grains: An overview. Commun. Soil Sci. Plant Anal, 51(15), 2001-2021, 2020.
- Taban, S., Alpaslan, M., Güneş, A., Aktaş, M., Erdal, İ., Eyüpoğlu, H., Baran, İ. Değişik şekillerde uygulanan çinkonun buğday bitkisinde verim ve çinkonun biyolojik yararı üzerine etkisi. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs, Eskişehir, s. 147-155, 1998.
- Tunçtürk, M. Kışniş (*Coriandrum sativum* L.) bitkisinde farklı tohumluk miktarlarının verim, verim özellikleri ve uçucu yağ oranı üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20, 58-62, 2006.
- Verma, Y. K. Effect of crop geometry and zinc sulphat on growth, yield and quality of coriander (*Coriandrum sativum* L.). M.Sc. Thesis, Rajasthan Agriculture University, Bikaner, 1997.
- Yalçıntaş, G. Ekim zamanları ve azotlu gübre dozlarının kışniş bitkisi'nin verim ve bazı özelliklerine etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 104 s.
- Yılmaz, A., Yılmaz, H., Turan, S., Celik, A., Nadeem, M. A., Demirel, F., Demirel, S., Eren, B., Emiralioğlu, O., Arslan, M. Biotechnological advancements in coriander (*Coriandrum sativum* L.). Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 35, 203-220, 2022.

KOZMETİK SANAYİİNDE KULLANILAN TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLER

Doç. Dr. Gülen ÖZYAZICI

Siirt Üniversitesi, gulenozyazici@siirt.edu.tr, orcid.org/0000-0003-2187-6733

ÖZET

Antik çağlardan beri insanlar dış görünüşlerine dikkat etmeye ilgi duymuşlardır. İnsanlar güzel görünmenin yanı sıra güvenli, doğal ve sağlıklı ürünler kullanmak da istemektedir. Sentetik bileşiklerin neden olduğu zararlı etkiler ve olumsuz reaksiyonlar nedeniyle bitkisel kozmetiklerin kullanımı hızla artmaktadır. Bitkisel kozmetikler temel olarak bitkilerden veya diğer doğal kaynaklardan elde edilen, temizlenmek, güzelleşmek veya vücut görünümünü değiştirmek amacıyla kullanılan doğal ürünlerdir. Tıbbi ve aromatik bitkiler içermiş oldukları çeşitli esansiyel yağlar, sabit yağlar, ekstraktlar, izole bileşiklerden dolayı kozmetik alanında kullanılmaktadır. Kozmetik sektöründe, bitkisel kozmetikler daha düşük yan etki ve daha yüksek biyoyoumluluk göstermeleri, maliyetlerinin düşük olması, çevre dostu, güvenilir olmaları ve geleneksel kullanım deneyimleri nedeniyle tercih edilmektedir. Bu çalışmada, tıbbi ve aromatik bitkilerin bazılarının kozmetikte kullanım amaçlarından bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel kozmetik, uçucu yağlar, flavonoidler, kozmetikler

MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS USED IN THE COSMETICS INDUSTRY

ABSTRACT

Since ancient times, people have been interested in paying attention to their appearance. In addition to looking beautiful, people also want to use safe, natural and healthy products. The use of herbal cosmetics is rapidly increasing due to the harmful effects and adverse reactions caused by synthetic compounds. Herbal cosmetics are basically natural products obtained from plants or other natural sources and used to cleanse, beautify or change body appearance. Medicinal and aromatic plants are used in the cosmetics field due to the various essential oils, fixed oils, extracts and isolated compounds they contain. In the cosmetics industry, herbal cosmetics are preferred due to their lower side effects and higher biocompatibility, low cost, ecofriendly, reliability and traditional use experience. The safety of herbal cosmetics encourages the review of herbs and natural ingredients for their cosmetic potential. In this study, the purposes of using some of medicinal and aromatic plants in cosmetics are mentioned.

Keywords: Herbal cosmetics, uçucu yağlar, flavonoids, cosmetics

1. GİRİŞ

Kozmetik kelimesi Türkçeye Fransızcadan geçmiştir. Bu kavramın kökeni Yunanca kozmos (düzen veya güzelleştirme, çeki düzen verme) ye dayanır. Buradan da Yunanca kosmein (güzelleştirmek, çeki düzen vermek) fiili ve kosmetikos kavramı türemiştir.

Kozmetik ürünler; Avrupa Komisyonu (93/35/EEC) tarafından insan vücudunun epiderma, tırnaklar, kıllar, saçlar, dudaklar ve dış genital organlar gibi değişik kısımlarına, dişlere ve ağız mukozasına uygulanmak üzere hazırlanmış, temel amacı bu kısımları temizlemek, koku vermek, görünümünü değiştirmek ve/veya iyi bir durumda tutmak olan bütün preparatlar veya maddeler olarak adlandırılırlar.

Yüzün ve ağız, el parmakları, göz, saç gibi vücudun diğer kısımlarının genel görünüşünü iyileştirmek ve korumak amacıyla dünya genelinde geniş çapta kullanılan faydalı ürünlerdir (Kole ve ark., 2005; Kapoor, 2005).

Kozmetiklerin sadece kadınların güzel görünmek ve süslenmek için kullandıkları şeyler olduğu yanlışlığı içinde olanlar varsa da aslında kozmetikler hayatımızı tamamlayan, kendimizi iyi hissettiren, hatta yaşamımıza yön veren unsurlardır.

Kozmetik ürünlerin tarihsel geçmişi oldukça eskilere dayanmaktadır. Eski Mısır'da yapılan arkeolojik kazılarda ortaya çıkarılan, ölümlerle birlikte eşyaların da mezara konulduğu yüze sürülen boya ve kâselerin karıştırıldığı küçük kâseler, binlerce yıl sonra hâlâ güzel kokusunu koruyan merhem kapları, İÖ 4000'lerde kozmetiklerin yaygın olarak kullanıldığının kanıtı olmuştur (Demir ve ark., 2014). Bu güzellik ürünlerinde; kekik, ıtır, sedir ağacı, günlük, amber, misk, sakız, reçine ve çeşitli çiçekler, yapraklar ve kökler kullanılarak rahipler tarafından hazırlanan kozmetiklerin formülleri çok gizli tutulurdu (Akçay, 2019).

Bitkiler; Fransa'da parfümler, Eski Mısır ve Arabistan'da göze sürülen sürmeler, İspanya'da cilt beyazlaştırma ve nemlendirme amacıyla kullanılan kremler gibi çeşitli alanlarda kullanılmıştır (Üstündağ Okur ve ark., 2020).

Kimyasal maddelerle yapılan sentetik kozmetik ürünlerin bazı zararlı yan etkilerinin ortaya çıkması geçmişten beri kullanılan bitkisel kaynaklı kozmetik ürünlerin kullanımını gündeme getirmiştir. Bitkisel kozmetikler, doğal bitkisel özler ve diğer doğal malzemeler kullanılarak üretilen kozmetik ürünleridir. Bu ürünler genellikle sentetik kimyasallar içermemekte ve çeşitli bitkisel özler, yağlar, özler ve diğer doğal bileşenlerle formüle edilmektedir. Bitkisel kozmetiklerin amacı, cilt ve saç bakımı gibi güzellik ihtiyaçlarını karşılamak, ancak bu işlevi daha doğal ve organik malzemelerle gerçekleştirmektir.

Bitkisel kaynaklı ürünler; biyolojik olarak daha iyi parçalanabilir ve daha düşük toksisiteye sahiptir. Ayrıca birden fazla etki profiline sahiptir. Bitkisel kaynaklı ürünler sadece güzelleşmek için değil antioksidan, antimikrobiyal, güneş koruyucu, antiinflamatuvar, antiaging, nemlendirici, gibi pek çok etkileri nedeniyle kozmetiklerin içerisinde kullanılmaktadır (Kurban, 2018). Doğal olan ürünlerin zararsız olduğu düşünülmekle beraber 23.05.2005 tarih ve 25823 sayılı Resmi Gazete'de kozmetik ürünlerde kullanımı yasak olan bitkilerin listesinde yayınlanmıştır ve bu bitkilerin sayısı oldukça fazla sayıdadır. Bunlar; *Aconitum napellus* L.,

Adonis vernalis L., *Rauwolfia serpentina* L., *Ammi majus* L., *Apocynum belladonna* L., *Atropa belladonna* L., *Chenopodium ambrosioides* L., *Claviceps purpurea* Tul., *Conium maculatum* L., *Anamirta cocculus* L., *Hyocyamus niger* L., *Lobelia inflata* L., *Physostigma venenosum* Balf., *Prunus laurocerasus* L., *Juniperus sabina* L., *Solanum nigrum* L., *Datura stramonium* L., *Strychnos* sp., *Pilocarpus jaborandi* Holmes, *Thevetia neriifolia* Juss., *Urginea scilla* Steinh., *Schoenocaulon officinale* Lind, *Veratrum* sp., *Pyretrum album* L., *Laurus nobilis* L., *Phytolacca* sp.'dir.

Bu çalışmada, tıbbi ve aromatik bitkilerin bazılarının kozmetikte kullanım amaçlarından bahsedilmiştir.

2. KOZMETİKTE KULLANILAN TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLER

Tıbbi bitkiler, geleneksel tıpta tedavi amacıyla kullanılan bitkisel kaynaklardır. Ancak, birçok tıbbi bitki aynı zamanda kozmetik ürünlerde de kullanılır. Bu bitkiler, cilt bakımı, saç bakımı ve genel güzellik uygulamalarında çeşitli şekillerde kullanılabilir. Kozmetikte kullanılan bitkilerden bazıları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kozmetikte kullanılan bazı tıbbi bitkiler

TÜRKÇE ADI	LATİNCE ADI
Aynısefa	<i>Calendula officinalis</i>
Karakafesotu	<i>Symphytum officinale</i>
Lavanta	<i>Lavandula</i> sp.
Hodan	<i>Borago officinalis</i>
Kuşotu	<i>Stellaria media</i>
Papatya	<i>Matricaria recutita</i> – <i>Anthemis nobilis</i>
Mürver	<i>Sambucus nigra</i>
Aloe vera	<i>Aloe vera</i>
Hatmi	<i>Altea officinalis</i> L.
Adaçayı	<i>Salvia officinalis</i>
Ölmezçiçek	<i>Helichrysum</i> sp.
Ezan Çiçeği	<i>Oenothera biennis</i>
Koyungözü Papatya	<i>Bellis perennis</i>
Oğul otu	<i>Melissa officinalis</i>
Meyan kökü	<i>Glycyrrhiza glabra</i>
Isırgan	<i>Urtica</i> sp.
Beyaz Civanperçemi	<i>Achillea millefolium</i>
Huş ağacı	<i>Betula patula</i>
Yara otu	<i>Prunella vulgaris</i>
Yasemin	<i>Jasminum officinale</i>
Defne	<i>Laurus nobilis</i>
Kına	<i>Lawsonia inermis</i>

2.1. Aynısafa



Latincesi: *Calendula officinalis*

Familyası: Asteraceae

Yayılışı: Avrupa’da doğal olarak yayılış gösterir. Kuzey Amerika, Balkanlar, Doğu Avrupa ve Almanya’da ticari olarak yetiştirilmektedir (Çolak, 2018).

Kullanılan kısımları: Çiçekleri

Bileşimi: Temel bileşenler oleanolik asit (kalendulozit) ve flavonoidlere (izoramnetin ve kersetin) dayanan %2-10 oranında bulunan triterpen saponozitler ve triterpenik esterlerdir (Çolak, 2018; Kurban, 2018).

Kozmetikte kullanımı: Aynısafa çiçeğinin yağı kozmetikte kullanılmaktadır. Cilt onarıcı, yanık durumları gibi sorunlarda destekleyici olarak kullanıldığı gibi krem, sabun, spre, bitki çayı, şampuan, dudak kremi, kapsül, vücut losyonunun içeriğinde yer almaktadır (Yıldız, 2023).

2.2. Sarısabır

Latincesi: *Aloe vera*

Familyası: Asphodelaceae

Yayılışı: Afrika’da doğal olarak yetişir. Yapılan son çalışmalarla *A. vera* bitkisinin Arap Yarımadası’na özgü olduğu ortaya konmuştur (Grace ve ark., 2015).

Kullanılan kısımları: Özellikle polisakkaritlerce zengin bölümü olan jeli (Aloe vera jel)

Bileşimi: *A. vera* yaprakları antrakinonlar (örneğin aloe emodin), antronlar, glikozitler (Aloin A ve B), kromonlar, karbohidratlar, proteinler, glikoproteinler, amino asitler (glutamik asit ve

arginin), organik asitler, lipidler, salisilik asit, saponinler ve mineraller içeren yaklaşık 75 bileşik ihtiva eder (Upton 2012; Raksha ve ark. 2014; Shrestha ve ark. 2015; Kurban, 2018).

Kozmetikte kullanımı: Nemlendirici, yara iyileştirici ve UV ışınlarına karşı koruyucu özelliklerinden; bunlara ek olarak da antimikrobiyal, bağışıklık uyarıcı, antioksidan ve antiinflamatuvar özelliklerinden dolayı kozmetikte kullanılmaktadır. Jelinin nemlendirici ve yumuşatıcı etki gösterdiği ve cilt bakım ajanı olarak çeşitli kozmetik bakım ürünlerinin içeriğinde bulunmaktadır (Anonymous, 2023a). Kozmetik endüstrisinde nemlendirici bileşen olarak kremler, bakım sıvıları, güneş losyonları, traş kremleri, dudak nemlendiricileri, iyileştirici merhemler ve yüz bakım setlerinde kullanılmaktadır (Anonymous, 2023b). Ayrıca cilt nemlendirici jel, traş sonrası bakım jeli, ağız çalkalama suyu, saç toniği, şampuan, bebek bakım ürünleri, makyaj malzemelerinde kullanılmaktadır (Anonymous, 2023a).

2.3. Lavanta



Latincesi: *Lavandula sp.*

Familyası: Lamiaceae

Yayılışı: Kuzey Atlantik'ten Orta Doğu'ya kadar Akdeniz havzasında doğal olarak bulunur (Héral ve ark., 2020).

Kullanılan kısımları: Çiçekleri ve uçucu yağı

Bileşimi: Lavandula türleri, terpenler, flavonoidler, fenolik asitler ve basit fenoller, kumarinler, benzofuran türevleri, diğer bileşikler içermektedir. Lavandula uçucu yağının kimyasal kompozisyonu, oksijenli monoterpenler (linalol, linalil asetat, 1,8-sineol, kafur) ve düzensiz monoterpenlerin (lavandulol, lavandulil asetat) varlığı ile karakterizedir. Monoterpen hidrokarbonlar (α -, β -pinen, β -osimen), seskiterpen hidrokarbonlar (β -farnesen, β -karyofillen) ve oksijenli seskiterpenler (karyofillen oksit) *Lavandula* uçucu yağında minör bileşenler olarak yer alırlar.

Kozmetikte kullanımı: Parfümlerde kullanılır (Fatima ve ark., 2011).

2.4. Karakafes otu

Latincesi: *Symphytum officinale*

Familyası: Boraginaceae

Yayılışı: Avrupa ve Asya'nın yerli bitkisidir ve Kuzey Amerika'da da yaygın olarak bulunur (Zsuzsanna, 2015). Türkiye'de 12 türü yetişmektedir (*Symphytum anatolicum*-Anadolu karakafesotu En., *Symphytum pseudobulbosum*-Yalancı karakafesotu En., *Symphytum aintabicum*-Antep karakafesotu En., *Symphytum armeniacum*-Ermeni karakafesotu En., *Symphytum circinale*-Zemberek karakafesotu En., *Symphytum icaricum*-İkarya karakafesotu En., *Symphytum savvalanse*-Şavvaltepe karakafesotu En., *Symphytum bornmuelleri*-Bornmüller karakafesotu En., *Symphytum sylvaticum*-Orman karakafesotu E, *Symphytum ottomanum*-Osmanlı karakafesotu, *Symphytum orientale*-Doğu karakafesotu, *Symphytum officinale*-Tıbbi karakafesotu

Kullanılan kısımları: Kozmetikte kök ve yaprakları kullanılmaktadır

Bileşimi: Karakafes otu başta alantoin ve hidroksisinamon asit türevleri, uçucu yağlar, müsilaj maddeler, tanenler ve B12 vitamini olmak üzere birçok bileşene sahiptir. İçeriğindeki lasiocarpine, lycopsamine, intermedine, symlandine, riddelliine ve simfitin gibi pirolizidin alkoloitleri toksik etkiye sahiptirler (Akçay ve ark., 2020).

Kozmetikte kullanımı: Cilt bakım maddeleri olarak kozmetik formülasyonlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Fiume ve ark., 2012).

2.5. Ölmezçiçek

Latincesi: *Helichrysum sp.*

Familyası: Asteraceae

Yayılışı: *Helichrysum* cinsi dünyada yaygın olarak bulunan 500'den fazla türden oluşmaktadır. Türkiye florasında 20 *Helichrysum* türü ve 26 taksonu bulunmaktadır. Bunların 14 tanesi endemik türdür (Wichtl, 2004).

Kullanılan kısımları: Çiçekleri ve uçucu yağı

Bileşimi: Ölmez çiçek olarak bilinen bu türün çiçekleri flavonoidler, kalkonlar, fenolik asitler, kumarinler ve pironlar gibi fenolik bileşikler bakımından zengindir. Polifenollerin yanı sıra steroller, liganlar ve glikozitler gibi aromatik bileşikler de *H. arenarium*'dan izole edilmektedir

Kozmetikte kullanımı: *H. italicum* uçucu yağı güçlü, baharatımsı bir aromaya sahiptir. Bu uçucu yağ, ciltteki kan dolaşımını uyardığı, cildi güçlü bir şekilde yenilediği ve ince çizgilerin ve kırışıklıkların görünümünün azalmasına yardımcı olduğu için günümüzde kozmetikte kullanılan en popüler uçucu yağlardan biridir. Kokusundan dolayı sabunlarda, kozmetiklerde ve parfümlerde sıklıkla kullanılır (Sarkic ve Stappen, 2018). *Helichrysum* taksonlarının gösterdiği yüksek antioksidan aktivite kozmesötik formülasyonlarda kullanımını arttırmıştır (Coşgun, 2023).

2.6. Oğul otu

Latincesi: *Melissa officinalis*

Familyası: Labiatae

Yayılışı: Türkiye’de Akdeniz bölgesinde, Güney Avrupa, Kuzey Afrika, Kafkasya ve İran’ın kuzeyinde doğal olarak yetişmektedir (Simon ve ark., 1984; Virchea ve ark., 2021).

Kullanılan kısımları: Yaprakları

Bileşimi: Oğul otu uçucu yağının en önemli bileşenleri neral(sitral), sitronellal, sitronellol, nerol asetat, isogeraniol ve geranil asetatıdır. Oğul otunda ayrıca antioksidan özelliğini sağlayan rosmarinik asit, kafeik asit, gallik asit, ramnositrin, luteolin, gibi fenolik bileşenler bulunmaktadır (Çelik ve Ayran, 2020).

Kozmetikte kullanımı: Uçucu yağı ve kuvvetli kokulu yaprakları parfümeri ve doğal kozmetiklerde kullanılır.

4. SONUÇ

Bu derleme çalışmasında, kozmetik ürünler için doğal hammaddelerin öneminin büyüklüğü anlaşılmıştır. Bitkiler taşıdıkları sekonder metabolitler (uçucu yağlar, terpenler, tanenler, flavanoidler vb.) nedeniyle cilt ve saç ürünlerinde son zamanlarda ürünlerin bileşimlerinde artan oranlarda yer almaktadır. Bu nedenle, bu bitkilerin tarımı yaygınlaştırılarak bitkisel hammaddede belirli bir standardizasyon sağlanmış olur, kozmetik sanayinde dışa bağımlılık azalır, endemik türlerin tarımı yapılarak dünya’da rekabet edebilecek ürünler geliştirilebilir.

KAYNAKÇA

- Akçaay, Ş.F., Uçar, E., Durukan, H., Özyazıcı, G. Kuraklık stresinin karakafes otu (*Symphytum officinale* L.) bitkisinde oluşturduğu enzim, klorofil ve renk değişimleri. (Ed: G.Özyazıcı). Research in Medicinal and Aromatic Plants, IKSAD Yayınevi, 329-346, 2020.
- Akçay, A. Antik Çağ’da Anadolu’da Kozmetik. (Master Tezi). Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne, 178 s., 2019.
- Anonymous, Cosmetic Ingredient Review Expert Panel (2007). Final report on the safety assessment of aloe and on aloe extract, aloe and on aloe leaf juice, aloe arborescens leaf extract, aloe arborescens leaf juice, aloe arborescens leaf protoplasts, aloe barbadensis flower extract, aloe barbadensis leaf, aloe barbadensis leaf extract, aloe barbadensis leaf juice, aloe barbadensis leaf polysaccharides, aloe barbadensis leaf water, aloe ferox leaf extract, aloe ferox leaf juice, and aloe ferox leaf juice extract. International Journal of Toxicology, 26, 1-50, 2023a. (Erişim tarihi: 15.12.2023)
- Anonymous, World Health Organization (1999). WHO Monographs on Selected Medicinal Plants (Vol. 1). In WHO Monographs on Selected Medical Plants (Vol. 1, s. 33–49). Geneva, Switzerland: World Health Organization. (Erişim tarihi: 15.12.2023).

- Coşgun, Ö. *Helichrysum armenium* subsp. *armenium* DC.'nin Kozmetikte Anti-Aging ve Anti-Tirozinaz Hedefli Kullanım Potansiyelinin Araştırılması. (Master Tezi), Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 135 s, 2023.
- Çelik, S. A., Ayran, İ. Antioksidan kaynağı olarak bazı tıbbi ve aromatik bitkiler. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 13(2), 115-125, 2020.
- Çolak, Ç. *Calendulae flos* droğunun fitoterapi açısından değerlendirilmesi. (Master Tezi), Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 77 s, 2018.
- Demir, N., Göktürk, T., Akçay, O. Bazı kozmetik ürünlerde ağır metal (pb, cd) tayini. Süleyman Demirel University Faculty of Arts and Science Journal of Science, 9(2), 194-200, 2014.
- Fathima, A., Varma, S., Jagannath, P., Akash M. General review on herbal cosmetics. International Journal of Drug Formulation and Research, 2(5):140-165, 2011.
- Fiume, M.M., Bergfeld, W.F., Belsito, D.V., Hill, R.A., Klaassen, C.D., Liebler, D., Marks, J.G., Shank, R.C., Slaga, T.J., Snyder, P.W., Andersen, F.A. Safety assessment of propylene glycol, tripropylene glycol, and PPGs as used in cosmetics. Int. J. Toxicol. 31, 245S–260S, 2012.
- Grace, O. M., Buerki, S., Symonds, M. R. E., Forest, F., Van Wyk, A. E., Smith, G. F., ... Rønsted, N. Evolutionary history and leaf succulence as explanations for medicinal use in aloes and the global popularity of *Aloe vera*. BMC Evolutionary Biology, 15(1), 1-12, 2015.
- Héral B, Stierlin É, Fernandez X, Michel T. Phytochemicals from the genus *Lavandula*: a review. Phytochemistry Reviews.20(4), 751-71. 2020.
- Kapoor, V.P. Herbal cosmetics for skin and hair care. Natural Product Radiance, 4(4), 306-314, 2005.
- Kole, P.L., Jadhav, H.R., Thakurdesai, P., Nagappa, A.N. Cosmetics potential of herbal extracts. Natural Product Radiance. 4(4), 315-321, 2005.
- Kurban, B. Kozmetik Ürünlerde Kullanılan Bitkilerin Fitoterapi Açısından İncelenmesi. (Master Tezi), İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 165 s, 2018.
- Raksha, B., Pooja, S., Babu, S. Bioactive compounds and medicinal properties of *Aloe vera* L.: An update. Journal of Plant Sciences, 2, 102-107, 2014.
- Sarkic, A., Stappen, I. Essential oils and their single compounds in cosmetics-A critical review. Cosmetics, 5(1), 11, 2018.
- Shrestha, A., Acharya, A., Nagalakshmi, N.C. *Aloe vera* as traditional medicinal plant: a review on its active constituents, biological and therapeutic effects. World Journal of Pharmaceutical Research, 4, 2146-2161, 2015.
- Simon, J.E., Chadwick, A.F., Craker, L.E. Herbs: An Indexed Bibliography, 1971-1980. The Scientific Literature on Selected Herbs, and Aromatic and Medicinal Plants of the Temperate Zone. Archon Books. Hamden, CT, USA.s. 770, 1984.

- Upton, R. American Herbal Pharmacopeia, *Aloe vera* leaf, *Aloe vera* leaf juice, *Aloe vera* inner leaf juice, *Aloe vera* (L.) Burm. f. standards of identity, analysis and quality control, 2012.
- Üstündağ Okur, N., Karadağ, A. E., İpekçi, E., Bülbül, E. Kozmetik preparatlar ve kozmetik preparatlarda kullanılan bitkiler. Literatür Eczacılık Bilimleri Dergisi, 2020.
- Virchea, L. I., Gligor, F. G., Frum, A., Mironescu, M., Myachikova, N. I., Georgescu, C. Phytochemical analysis and antioxidant assay of *Melissa officinalis* L.(lemon balm). In *BIO Web of Conferences* (Vol. 40, p. 02004). EDP Sciences, 2021.
- Wichtl, M. Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals: A Handbook for Practice on A Scientific Basis. Medpharm GmbH Scientific Publishers: Stuttgart, 2004.
- Yıldız, T. Piyasada Aynısafa (*Calendula officinalis* L.) Olarak Satılan Bazı Bitki Materyallerinin Farmakope Analizleri. (Master Tezi), Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 96 s, 2023.
- Zsuzsanna, R., Assessor, B.S., Csupor, D. Assessment report on *Symphytum officinale* L., radix, Eur. Med. Agency, 44, 1-27, 2015.

FİTOPATOJEN FUNGUSLARIN KONTROLÜNDE NANOPARTİKÜLLERİN KULLANIMI

Dr. Öğr. Üyesi, Ahmet ÇAT

Siirt Üniversitesi, ahmetcat@siirt.edu.tr - 0000-0002-5638-0319

ÖZET

Fungal patojenlerinin neden olduğu hastalıklar, küresel düzeyde ürün verimini ve kalitesini önemli ölçüde azaltan, gıda güvenliğine ciddi bir tehdit oluşturan en önemli faktörlerden birisidir. Bu hastalıklar ile mücadelede halen temel strateji kimyasal ilaç kullanımıdır ancak bu uygulamanın insan sağlığına zararlı etkileri ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Dahası, bu kimyasalların sürekli kullanımı nedeniyle patojenlerin daha az hassas hale gelmesine neden olmaktadır. Bu nedenle tarımsal sürdürülebilirlik ve gıda güvenliğini sağlamak için, bu patojenlerin hızlı bir şekilde tanılanması ve kontrolü için çeşitli teknikler kullanılmakta olup, birçok moleküler yöntemde geliştirilmiştir. Ancak bunlar zaman alıcı, maliyetli ve genellikle yerinde analiz için uygun değildir. Bu olumsuzları aşmak için nanoteknoloji gibi ilerici teknolojinin tarımsal üretimde kullanımı önemlidir. Bunlar arasında nanopartiküller, fungal patojenler ile mücadelede son yıllarda uygulanan çevre dostu alternatif bir mücadele yöntemidir. Ayrıca, antifungal aktiviteye sahip olan bu ürünler bitki gelişimini de olumlu yönde etkilemektedir. Günümüzde bu teknolojinin fungal hastalıklarının kontrolünde uygulanmasına yönelik daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada, fungal patojenlerinin kontrolünde kullanılan nanopartiküllerin önemi ve uygulamaları hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Fungal patojen, nanoteknoloji, nanopartikül, kontrol

1.GİRİŞ

Dünya genelinde, temel gıda maddelerinin kıtlığı nedeniyle şu anda bir milyardan fazla insan yeterli beslenememektedir (Debnath, 2013). Artan nüfus ile birlikte tarım ürünlerine olan talep de artış göstermektedir. Her yıl, birçok üründe biyotik stres faktörleri verim ve kalite kaybına neden olmaktadır. Tarımsal üretimi kısıtlayan ve önemli bir küresel sorun olarak ortaya çıkan ana faktör bitki patojenleridir (Strange & Scott, 2005). Küresel düzeyde, bitki patojenlerinden dolayı hasat öncesi ve hasat sonrası önemli verim kayıpları meydana gelmekte (Kumar & Kalita, 2017) ve bunlar arasında, fungal etmenlerin neden olduğu kayıplar %80'e ulaşmaktadır (Moore vd., 2020). Üretimi arttırmak, tarımsal sürdürülebilirliği teşvik etmek ve bitki patojenleri tarafından meydana gelen ürün kayıplarını en aza indirmek için patojenleri teşhis etmek ve doğru mücadele tekniklerini uygulamak önem arz etmektedir (Driskell & Tripp, 2009). Günümüzde, birçok bitki hastalığı, bitkinin morfolojik özelliklerinde ortaya çıkan değişiklikler incelenerek belirlenmektedir. Ancak, hastalık tespit edildiğinde patojen aşama kaydettiğinden dolayı mücadele etmek de zorlaşmaktadır (Strange & Scott, 2005). Diğer taraftan, patojenin hayat döngüsü dikkate alındığında mücadele başarısı artmaktadır. Bitki patojenlerini kesin ve doğru teşhis etmek için klasik yöntemler ve moleküler teknikler yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ancak, moleküler çalışmalarda kullanılan malzemelerin pahalı, alt

yapı gerektirmesi ve bu konuda uzman kişilere ihtiyaç duyulması nedeniyle, bu tekniklerin kullanımını sınırlandırmaktadır (Shivashakarappa vd., 2022).

Fungal patojenler ile mücadelede yaygın şekilde fungusitler kullanılmaktadır. Bunların yoğun şekilde kullanımı, dayanıklı patojen ırklarının ortaya çıkmasına ve bitkilerde gerçekleşen bazı fizyolojik ve metabolik aktiviteleri olumsuz etkilemektedir (Atiq vd., 2020). Bu yüzden, fungal etmenler ile mücadelede bu kimyasalların yerine alternatif yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Khezerlou vd., 2018). Son yıllarda, fungal patojenlere karşı nanoteknolojik araçlar kullanılmaya başlanmıştır (Mansoor vd., 2021).

Nanoteknoloji, çeşitli bilim dallarından bilgi içeren multidisipliner bir alandır ve boyutları 1 ile 100 nm arasında değişen nanopartiküllerdir (Salavati-Niasari vd., 2008). Nanopartiküllerde günümüzde tarım dahil bir çok alanda kullanılmaktadır. Bitkisel üretimde nanoteknolojinin kullanılması, bitkilerde hastalığa neden olan fungal patojenler ile mücadelede bu ürünlerin çeşitli özelliklerinden yararlanılmaktadır (Mansoor vd., 2021). Ayrıca, nanoteknoloji bazlı yöntemler diğer yöntemlere göre çok düşük inokulum seviyesinde, yüksek hassasiyet, uygun maliyet, kısa sürede tespit ve sonuçların elde edilmesi gibi özellikleri nedeniyle öne çıkmaktadır (Shivashakarappa vd., 2022). Bu çalışmada, nanopartiküllerin bitki hastalıkları ile mücadelede kullanılma potansiyelleri ile ilgili bilgilerden bahsedilmiştir.

2.NANOPARTİKÜLLER VE UYGULAMALARI

Son yıllarda bitkisel üretim çevresel kirlilik ve küresel ısınma başta olmak üzere çeşitli etkenlerden dolayı olumsuz etkilenmektedir. Ayrıca, hastalıklarda önemli verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır (Fontana vd., 2021). Nanomalzemelerin tarım sektöründe kullanılması ve bunların hem bitki gelişimini hem de patojenlere karşı mücadelede kullanılabiliyor olması umut vaat etmektedir (Fraceto vd., 2016). Bunlar içerisinde, özellikle yeşil sentez yoluyla elde edilen bitki temelli nanopartiküllerin antifungal aktivite gösterdiği ve bu konuda çok sayıda araştırma yapıldığı belirtilmiştir (Kharissova vd., 2013).

Fungal patojenlere karşı çeşitli Altın (Au), gümüş (Ag), bakır (Cu) ve çinko (Zn) nanopartikülleri (NPs) kullanılmaktadır. Bunlar kimyasal ya da yeşil sentez aracılığı ile sentezlenmektedir. Kimyasal yaklaşımda, sentez basit, kullanışlı ve yüksek verim sağlar ancak bu yöntem oldukça pahalıdır ve partiküllerin birleşmesini önlemek için ek bir adım gerektirir (Zhang vd., 2016). Ayrıca, kimyasal olarak sentezlenen ürünler veya bunların çevreye salınan yan ürünleri toksiktir (Gade vd., 2008). Yine, indirgeyici ve kaplama maddeleri olarak toksik kimyasalların kullanıldığı için uygulamada olumsuz etkilere neden olmaktadır (Kummara vd., 2016; Roy vd., 2019). Bu nedenlerden dolayı nanopartiküllerin sentezinde özellikle bitki ekstraktları kullanımı (yeşil sentez), daha az toksik ve stabile maddeler kullanır (Mansoor vd., 2021).

Bu partiküllerden AuNPs çeşitli bitkilerin taze yaprakları kullanılarak biyolojik olarak sentezlenebilmektedir (Song vd., 2009; Montes vd., 2011; Yuan vd., 2017). Bu partiküllerin sentezinde *Aloe vera* (Chandran vd., 2006), *Azadirachta indica* (Shankar vd., 2004), *Tamarindus indica* (Ankamwar vd., 2005) ve *Cinnamomum camphora* (Huang vd., 2007) bitkilerinin kullanıldığı rapor edilmiştir. Bu nanopartiküller birçok fungal patojene karşı

antifungal etki göstermekte ve bu hastalık etmenleri ile mücadele kullanılabilir. Örneğin, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus niger*, *Alternaria solani*, *Candida albicans* ve *Puccinia graminis*'e karşı etkili olduğu çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Jayaseelan vd., 2013; Eskandari-Nojehdehi vd., 2018; Islam vd., 2019).

Ag nano-materyallerinin yeşil sentez aracılığı ile gerçekleştirilmekte (Garibo vd., 2020) ve çeşitli bitki ekstraktları kaynak olarak kullanılmaktadır (Mansoor vd., 2021). AgNPs'lerin etkinliklerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmalar sonucunda, *A. niger*, *A. flavus*, *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum capsici*, *Curvularia lunata*, *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani* ve *Rhizopus arrhizus*'a karşı etkili oldukları rapor edilmiştir (Singh vd., 2010; Rao & Savithramma, 2011; Savithramma vd., 2011; Krishnaraj vd., 2012; Swamy & Nargund, 2017; Ghosh vd., 2018)..

Diğer bir nanopartikül CuNPs'ler ise bitkilerin farklı kısımlarından ekstrakte edilen maddeler kullanılarak yeşil sentezi gerçekleştirilebilir (Valodkar vd., 2011; Sankar vd., 2014; Kumar vd., 2017). Çeşitli araştırmacılar tarafından, *A. alternate*, *A. flavus*, *A. niger*, *C. Lunata*, farklı fusarium türleri (*F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. geraminearum*, *F. solani*), *Phoma destructive* ve *Penecillium digitatum* karşı CuNPs'lerin etkili oldukları bildirilmiştir (Kanhed vd., 2014; Shende vd., 2015; Khamis vd., 2017; Rajesh vd., 2018). *Citrus medica* bitkisi kullanılarak sentezlenen CuNPs'lerin farklı fusarium türlerine karşı test edildiği bir çalışmada, *F. culmorum* karşı çok etkili olduğu belirlenmiştir (Shende vd., 2015).

Asteraceae familyasında yer alan *Parthenium hysterophorus* bitkisinden elde edilen ekstraktlar birçok fungal patojene karşı denenmiş ve misel gelişimi ile salgıladıkları toksinler üzerine etkili oldukları belirlenmiştir. Bu çalışmalar incelendiğinde; *A. niger*, *A. flavus*, *Alternaria mali*, *Botryosphaeria dothidea*, *Diplodia seriata* ve *F. graminearum*'a ZnNPs'lerin etkili oldukları bildirilmiştir (Rajiv vd., 2013; Lakshmeesha vd., 2019; Ahmad vd., 2020).

SONUÇ

Bitki gelişimi ve ürün miktarını artırmak için, bitki patojenleri ve bunların neden olduğu hastalıkların hızlı ve doğru bir şekilde teşhis ve tespitinde kullanılan nanoteknolojik ürünlerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Geleneksel tanı yöntemleri ile karşılaştırıldığında, nanoteknolojik ürünler patojenler ile mücadelede önemli avantajlar sunmaktadır. Özellikle, bitki bazlı nanopartiküller son yıllarda fungal patojenler ile mücadelede kullanılmaktadır ve yine farklı doğal ürünlerin patojenlerin mücadelesinde kullanılabilme potansiyellerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yürütülmektedir. Gelecekte, yeşil nanoteknoloji ile geliştirilen ürünlerin ve nano ölçekli cihazların fitopatolojiye entegrasyonu (nanofitopatoloji) ile bitki-patojen etkileşimlerini anlamak, yeni bitki koruma stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Ahmad, H., Venugopal, K., Rajagopal, K., De Britto, S., Nandini, B., Pushpalatha, H., Konappa, N., Udayashankar, A., Geetha, N., & Jogaiah, S. (2020). Green synthesis and

- characterization of zinc oxide nanoparticles using *Eucalyptus globules* and their fungicidal ability against pathogenic fungi of apple orchards. *Biomolecules* 10, 425. In: Ankamwar, B., Chaudhary, M., & Sastry, M. (2005). Gold nanotriangles biologically synthesized using tamarind leaf extract and potential application in vapor sensing. *Synthesis and Reactivity in Inorganic, Metal-Organic and Nano-Metal Chemistry*, 35(1), 19-26.
- Atiq, M., Naeem, I., Sahi, S. T., Rajput, N. A., Haider, E., Usman, M., Shahbaz, H., Fatima, K., Arif, E., & Qayyum, A. (2020). Nanoparticles: A safe way towards fungal diseases. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 53(17-18), 781-792.
- Chandran, S. P., Chaudhary, M., Pasricha, R., Ahmad, A., & Sastry, M. (2006). Synthesis of gold nanotriangles and silver nanoparticles using Aloe vera plant extract. *Biotechnology progress*, 22(2), 577-583.
- Debnath, K. (2013). Conway, Gordon, 2012. One billion hungry: Can we feed the world? Cornell University Press, ISBN 0-8014-7802-2, pp. 456. In: Wiley Online Library.
- Driskell, J., & Tripp, R. (2009). Emerging technologies in nanotechnology-based pathogen detection. *Clinical Microbiology Newsletter*, 31(18), 137-144.
- Eskandari-Nojehdehi, M., Jafarizadeh-Malmiri, H., & Rahbar-Shahrrouzi, J. (2018). Hydrothermal green synthesis of gold nanoparticles using mushroom (*Agaricus bisporus*) extract: physico-chemical characteristics and antifungal activity studies. *Green Processing and Synthesis*, 7(1), 38-47.
- Fontana, D. C., de Paula, S., Torres, A. G., de Souza, V. H. M., Pascholati, S. F., Schmidt, D., & Dourado Neto, D. (2021). Endophytic fungi: Biological control and induced resistance to phytopathogens and abiotic stresses. *Pathogens*, 10(5), 570.
- Fraceto, L. F., Grillo, R., de Medeiros, G. A., Scognamiglio, V., Rea, G., & Bartolucci, C. (2016). Nanotechnology in agriculture: which innovation potential does it have? *Frontiers in Environmental Science*, 4, 20.
- Garibo, D., Borbón-Nuñez, H. A., de León, J. N. D., García Mendoza, E., Estrada, I., Toledano-Magaña, Y., ... & Susarrey-Arce, A. (2020). Green synthesis of silver nanoparticles using *Lysiloma acapulcensis* exhibit high-antimicrobial activity. *Scientific Reports*, 10(1), 12805.
- Gade, A., Bonde, P., Ingle, A., Marcato, P., Duran, N., & Rai, M. (2008). Exploitation of *Aspergillus niger* for synthesis of silver nanoparticles. *Journal of Biobased Materials and Bioenergy*, 2(3), 243-247.
- Ghosh, R., Dutta, S., & Bhattacharyya, S. (2018). Green synthesis of silver nanoparticle by *acalypha indica* and its antifungal effect against Phytopathogen *Colletotrichum capsici*. *Acta Scientific Agriculture*, 2(5), 27-31.
- Huang, J., Li, Q., Sun, D., Lu, Y., Su, Y., Yang, X., Wang, H., Wang, Y., Shao, W., & He, N. (2007). Biosynthesis of silver and gold nanoparticles by novel sundried *Cinnamomum camphora* leaf. *Nanotechnology*, 18(10), 105104.
- Islam, N. U., Jalil, K., Shahid, M., Rauf, A., Muhammad, N., Khan, A., Shah, M. R., & Khan, M. A. (2019). Green synthesis and biological activities of gold nanoparticles functionalized with *Salix alba*. *Arabian Journal of Chemistry*, 12(8), 2914-2925.

- Jayaseelan, C., Ramkumar, R., Rahuman, A. A., & Perumal, P. (2013). Green synthesis of gold nanoparticles using seed aqueous extract of *Abelmoschus esculentus* and its antifungal activity. *Industrial Crops and Products*, 45, 423-429.
- Kanhed, P., Birla, S., Gaikwad, S., Gade, A., Seabra, A. B., Rubilar, O., Duran, N., & Rai, M. (2014). In vitro antifungal efficacy of copper nanoparticles against selected crop pathogenic fungi. *Materials Letters*, 115, 13-17.
- Khamis, Y., Hashim, A. F., Margarita, R., Alghuthaymi, M. A., & Abd-Elsalam, K. A. (2017). Fungicidal efficacy of chemically-produced copper nanoparticles against *Penicillium digitatum* and *Fusarium solani* on citrus fruit. *Philippine Agricultural Scientist (Philippines)*, 100(1).
- Kharissova, O. V., Dias, H. R., Kharisov, B. I., Pérez, B. O., & Pérez, V. M. J. (2013). The greener synthesis of nanoparticles. *Trends in biotechnology*, 31(4), 240-248.
- Khezerlou, A., Alizadeh-Sani, M., Azizi-Lalabadi, M., & Ehsani, A. (2018). Nanoparticles and their antimicrobial properties against pathogens including bacteria, fungi, parasites and viruses. *Microbial pathogenesis*, 123, 505-526.
- Krishnaraj, C., Ramachandran, R., Mohan, K., & Kalaichelvan, P. (2012). Optimization for rapid synthesis of silver nanoparticles and its effect on phytopathogenic fungi. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 93, 95-99.
- Kumar, B., Smita, K., Cumbal, L., Debut, A., & Angulo, Y. (2017). Biofabrication of copper oxide nanoparticles using Andean blackberry (*Rubus glaucus* Benth.) fruit and leaf. *Journal of Saudi Chemical Society*, 21, 475-480.
- Kumar, D., & Kalita, P. (2017). Reducing postharvest losses during storage of grain crops to strengthen food security in developing countries. *Foods*, 6(1), 8.
- Kummara, S., Patil, M. B., & Uriah, T. (2016). Synthesis, characterization, biocompatible and anticancer activity of green and chemically synthesized silver nanoparticles—a comparative study. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 84, 10-21.
- Lakshmeesha, T. R., Kalagatur, N. K., Mudili, V., Mohan, C. D., Rangappa, S., Prasad, B. D., Ashwini, B. S., Hashem, A., Alqarawi, A. A., & Malik, J. A. (2019). Biofabrication of zinc oxide nanoparticles with *Syzygium aromaticum* flower buds extract and finding its novel application in controlling the growth and mycotoxins of *Fusarium graminearum*. *Frontiers in microbiology*, 10, 1244.
- Mansoor, S., Zahoor, I., Baba, T. R., Padder, S. A., Bhat, Z., Koul, A. M., & Jiang, L. (2021). Fabrication of silver nanoparticles against fungal pathogens. *Frontiers in Nanotechnology*, 3, 679358.
- Montes, M., Mayoral, A., Deepak, F., Parsons, J., Jose-Yacamán, M., Peralta-Videa, J., & Gardea-Torresdey, J. (2011). Anisotropic gold nanoparticles and gold plates biosynthesis using alfalfa extracts. *Journal of Nanoparticle Research*, 13, 3113-3121.
- Moore, D., Robson, G. D., & Trinci, A. P. (2020). *21st century guidebook to fungi*. Cambridge University Press.
- Rajesh, K., Ajitha, B., Reddy, Y. A. K., Suneetha, Y., & Reddy, P. S. (2018). Assisted green synthesis of copper nanoparticles using *Syzygium aromaticum* bud extract: Physical, optical and antimicrobial properties. *Optik*, 154, 593-600.

- Rajiv, P., Rajeshwari, S., & Venckatesh, R. (2013). Bio-Fabrication of zinc oxide nanoparticles using leaf extract of *Parthenium hysterophorus* L. and its size-dependent antifungal activity against plant fungal pathogens. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 112, 384-387.
- Rao, M. L., & Savithramma, N. (2011). Biological synthesis of silver nanoparticles using *Svensonia hyderabadensis* leaf extract and evaluation of their antimicrobial efficacy. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 3(3), 1117.
- Roy, A., Bulut, O., Some, S., Mandal, A. K., & Yilmaz, M. D. (2019). Green synthesis of silver nanoparticles: biomolecule-nanoparticle organizations targeting antimicrobial activity. *RSC advances*, 9(5), 2673-2702.
- Sankar, R., Manikandan, P., Malarvizhi, V., Fathima, T., Shivashangari, K. S., & Ravikumar, V. (2014). Green synthesis of colloidal copper oxide nanoparticles using *Carica papaya* and its application in photocatalytic dye degradation. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 121, 746-750.
- Salavati-Niasari, M., Davar, F., & Mir, N. (2008). Synthesis and characterization of metallic copper nanoparticles via thermal decomposition. *Polyhedron*, 27(17), 3514-3518.
- Savithramma, N., Rao, M. L., Rukmini, K., & Devi, P. S. (2011). Antimicrobial activity of silver nanoparticles synthesized by using medicinal plants. *International Journal of ChemTech Research*, 3(3), 1394-1402.
- Shankar, S. S., Rai, A., Ahmad, A., & Sastry, M. (2004). Rapid synthesis of Au, Ag, and bimetallic Au core-Ag shell nanoparticles using Neem (*Azadirachta indica*) leaf broth. *Journal of colloid and interface science*, 275(2), 496-502.
- Shende, S., Ingle, A. P., Gade, A., & Rai, M. (2015). Green synthesis of copper nanoparticles by *Citrus medica* Linn.(Idilimbu) juice and its antimicrobial activity. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 31, 865-873.
- Shivashakarappa, K., Reddy, V., Tupakula, V. K., Farnian, A., Vuppula, A., & Gunnaiah, R. (2022). Nanotechnology for the detection of plant pathogens. *Plant Nano Biology*, 100018.
- Singh, A., Jain, D., Upadhyay, M., Khandelwal, N., & Verma, H. (2010). Green synthesis of silver nanoparticles using *Argemone mexicana* leaf extract and evaluation of their antimicrobial activities. *Dig J Nanomater Bios*, 5(2), 483-489.
- Song, J. Y., Jang, H.-K., & Kim, B. S. (2009). Biological synthesis of gold nanoparticles using *Magnolia kobus* and *Diopyros kaki* leaf extracts. *Process Biochemistry*, 44(10), 1133-1138.
- Strange, R. N., & Scott, P. R. (2005). Plant disease: a threat to global food security. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 43, 83-116.
- Swamy, C., & Nargund, V. (2017). Sunlight induced mediated silver nanoparticles from seeds of *Thevetia peruviana* L., characterization and their antifungal efficacy against *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci*, 6(11), 1008-1013.
- Valodkar, M., Nagar, P. S., Jadeja, R. N., Thounaojam, M. C., Devkar, R. V., & Thakore, S. (2011). Euphorbiaceae latex induced green synthesis of non-cytotoxic metallic

- nanoparticle solutions: a rational approach to antimicrobial applications. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 384(1-3), 337-344.
- Yuan, C.-G., Huo, C., Yu, S., & Gui, B. (2017). Biosynthesis of gold nanoparticles using *Capsicum annuum* var. *grossum* pulp extract and its catalytic activity. *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*, 85, 19-26.
- Zhang, X.-F., Liu, Z.-G., Shen, W., & Gurunathan, S. (2016). Silver nanoparticles: synthesis, characterization, properties, applications, and therapeutic approaches. *International journal of molecular sciences*, 17(9), 1534.

BİTKİ PATOJENİ FUNGUSLAR İLE MÜCADELEDE CRISPR TEKNOLOJİSİ

Dr. Öğr. Üyesi, Ahmet ÇAT

Siirt Üniversitesi, ahmetcat@siirt.edu.tr - 0000-0002-5638-0319

ÖZET

Bitki patojenleri nedeniyle her yıl dünya genelinde %40 varan verim kayıpları meydana gelmektedir. Nüfus artışı ile birlikte gıda ürünlerine olan talep de artmakta ve bu ürünlerde önemli verim ve kalite kayıplarına neden olan hastalık etmenleri ile mücadele edilmesi gerekmektedir. Son yıllarda hastalık etmenlerine karşı kullanılan kimyasal ilaçların çevre ve insan sağlığı üzerine olumsuz etkilerinden dolayı, bu etmenler ile mücadelede dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi son derece önemlidir. Bu çeşitlerin geliştirilmesinde klasik moleküler teknikler ile fonksiyonel genomik çalışmalar katkı sağlamıştır. Son yıllarda ise genom düzenleme tekniklerindeki yeni gelişmeler sonucunda düzenli aralıklarla kümelenmiş kısa tekrar dizileri (CRISPR) ve buna bağlı Cas proteinlerinin devreye girmesiyle hastalık etmenleri ile mücadelede önemli genetik araçlardan biri haline gelmiştir. Diğer genom düzenleme tekniklerine göre; daha basit, ucuz ve uygulanabilir olması nedeniyle de yaygınlaşmaya başlamıştır. Ayrıca, konukçu patojen etkileşimde rol oynayan genler, hastalık ile ilişkili R genleri tanımlanmıştır. Bu çalışma, fungal hastalık etmenleri ile mücadelede uygulanan CRISPR/Cas yöntemi ile ilgili yapılan mevcut araştırmalar hakkında bilgi sunmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Burada bahsedilen bilgilerin, fungal hastalık etmenleri ile mücadeleye ve gelecekte yürütülecek olan çalışmalara önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler : Fungal patojenler, CRISPR, genom düzenleme, hastalık yönetimi

1. GİRİŞ

Küresel nüfus artışına bağlı olarak ortaya çıkan gıda ihtiyacının karşılanması için tarımsal üretimin devamlılığını ve üretim miktarını artırmak hayati öneme sahiptir. Ancak, bu üretimi ve güvenliğini tehdit eden en önemli etmenlerden biri bitki patojenleridir. Bu hastalık etmenlerine karşı mücadelede kullanılan dayanıklı çeşitleri geliştirmek için bitki ıslahı ve genom düzenleme teknikleri uygulanmaktadır (Griggs vd., 2013). Ayrıca, genetik mühendisliği, bitki stres toleransını artırarak, değişen çevresel koşullara uyum sağlama çeşitlerin geliştirilmesinde de kullanılabilir (Samanta vd., 2016). Tarımsal üretimdeki mevcut zorlukları karşılamak ve genetik mühendisliği tekniklerini başarılı bir şekilde uygulamak ve geliştirmek için, bitki biyolojisinde temel ve uygulamalı araştırmalara gereksinim vardır. Yapılan çalışmalar sonucunda; meganükleazlar, çinko parmak nükleazlar (ZFN), transkripsiyon aktivasyonuna benzer efektör nükleazlar (TALENs) ve düzenli aralıklarla kümelenmiş kısa palindromik tekrarlar (CRISPR) teknikleri yeni nesil genom düzenleme araçları olarak karşımıza çıkmaktadır (Karmakar vd., 2020). CRISPR/Cas sistemi, en son geliştirilmiş bir genom mühendisliği aracı olup, diğer mevcut genom düzenleme yöntemleri olan ZFN'ler ve TALEN'ler gibi yöntemlere göre belirgin avantajlara sahiptir. Bu sistem diğerlerine göre; karşılaştırmalı olarak basit, ekonomik ve güçlü bir genom düzenleme aracı olup, biyoloji alanında bir devrim başlatmıştır (Akbulak & Kontbay. 2017). Özellikle

CRISPR/Cas9 sisteminde, birçok hedef bölgeyi aynı anda genom içinde düzenleme yeteneği sunmasıdır; bu, tek bir CRISPR dizisinde birden fazla sgRNA kullanarak gerçekleştirilebilir (Jinek vd., 2012).

CRISPR/Cas genom düzenleme teknolojisinin kullanılmasıyla birlikte fungal hastalıklar ile yeni mücadele yöntemlerinin ortaya çıkmasına imkan sağlamıştır. Bunlar; patojen ile ilişkili genlerin engellenmesi, genetik varyasyon oluşturulması ve hedef bölgede nükleotid ekleme/çıkarılması hızlı bir şekilde gerçekleştirilmektedir (Karmakar vd., 2020). Bu teknoloji daha önce genom düzenleme araçlarında karşılaşılan sorunların aşılması ve hedeflenen bölgenin genetik manipülasyonunu gerçekleştirmek için kullanılmaktadır. Ayrıca, fungal patojenlere karşı dayanıklılık sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Özetle, patojen virülens geni ve konukçu hassasiyetinde etkili olan genler pasif hale getirilebilir. Ayrıca, fungal patojenlere karşı dayanıklı mutantların elde edilmesinde kullanılabilir.

2. CRISPR/Cas TEKNOLOJİSİ

CRISPR/Cas sistemi, arkealar ve bakterilerin bağışıklık sistemlerinden geliştirilmiştir (Horvath & Barrangou, 2010). Burada, yabancı genetik materyallerin kesimini sağlayarak koruma sağlar (Jinek vd., 2012). Bu teknoloji ile ilgili yapılan araştırmalar, 1987'ye kadar uzanmaktadır. Ishino vd. (1987), *Escherichia coli* K12'de stop kodondan sonra kodlamayan bir bölgede anormal tekrar dizileri tespit etmişlerdir. Daha sonra bu dizi CRISPR (clustered regularly interspaced short palindromic repeats) olarak adlandırılmıştır (Jansen vd., 2002). Bu sistem RNA aracılı kesim enzimlerine dayanmaktadır. CRISPR/Cas sistemleri, Cas etki proteinlerine göre iki sınıfa ayrılabilir (Makarova vd., 2015). İlk sistemde, 4-7 Cas proteini, CRISPR ile ilişkilendirilmiş crRNA-protein kompleksi oluşturur (Mohanraju vd., 2016). İkinci sistem ise II, V ve VI olmak üzere üç farklı tip etki proteini hedef bölgeyi kesmek için kullanılmaktadır (Ishino vd., 2018; Anzalone vd., 2020). Tip I' de, arkealar ve bakterilerde en yaygın olan türdür (Makarova vd., 2015). Sınıf 2 sistemi ise neredeyse sadece bakterilerde bulunur. Bu sistem, 10 alt tip (Koonin vd., 2017) içerir ve bunlar arasında tip II'de Cas9, tip V'de (şimdi genellikle Cas12a olarak bilinen) Cpf1 ve bazı tahmin edilen V-U alt tipler bulunur (Shmakov vd., 2017). Günümüzde en yaygın kullanılan sistem ise Jinek vd. (2012) tarafından *Streptococcus pyogenes*' de keşfedilen CRISPR/Cas9 sistemidir. Bu sistem, crRNA, tracrRNA ve Cas9 proteininden oluşur ve crRNA'nın 3' bölgesi ile tracrRNA'nın 5' ucunun birleştirilmesiyle oluşturulan tek bir RNA olan sgRNA (rehber RNA) ile çalışır (Bortesi & Fischer, 2015). Bu tekniği kullanabilmek için Cas9 endonükleazı ve hedef bölgeye spesifik 20 nükleotidlik bir RNA dizisi gerekmektedir. Bu iki bileşen, hedef DNA bölgesine bağlanarak, Cas9-sgRNA-genomik DNA kompleksi oluşturur (Fichtner vd., 2014; Schaeffer & Nakata, 2015). Daha sonra hedef geni bölgenin ucunda PAM adı verilen bir NGG tanınmasıyla 5'-NGG-3' dizisini tanıyarak keser (Anders vd., 2014).

2.1. CRISPR/Cas Teknolojisinin Fungal Patojenlere Karşı Kullanımı

CRISPR/Cas teknolojisinin gelişimi, hedefe yönelik mutasyonun etkin ve hassas bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamıştır (Santillán Martínez vd., 2020). Bu teknoloji son yıllarda önemli bazı fungal patojenler ile mücadelede kullanılmıştır. Bu doğrultuda yürütülen çeşitli çalışmalarda; fusarium solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*), fusarium başak

yanıklığı (*Fusarium graminearum* ve *F. culmorum*), pirinç yanıklığı (*Magnaporthe grisea*), külleme (*Oidium neolycopersici*) ve bazı oomycetes (*Phytophthora palmivora*, *Phytophthora capsici* ve *Phytophthora sojae*) fungal patojenlerine karşı CRISPR teknolojisi uygulanmıştır (Ravensdale vd., 2014; Su vd., 2019; Miao vd., 2020; Santillán Martínez vd., 2020; Zhang vd., 2020; Zhou vd., 2022). Urban vd. (2003) tarafından yürütülen bir çalışmada, tahıllarda başak yanıklığı neden olan *Fusarium spp*'nin başaklarda verim kaybına ilave olarak mikotoksin üretiminden dolayı tane kalitesini azaltmaktadır. Belirtilen bu çalışmada, mikotoksin üretiminden sorumlu olan tri genlerinin (tri5 ve tri6) susturulması ile buğday ve mısırdaki başak yanıklığının etkisi azaldığı belirtilmiştir. Başka bir çalışmada ise, bu hastalığa karşı hassas çeşitlerde bulunan TaHRC-S geninin etkisiz hale getirilmesi sonucu dayanıklılığın arttığı rapor edilmiştir (Su vd., 2019). Son yıllarda pirinç üretimini olumsuz etkileyen pirinç yanıklığı hastalığına karşı dayanıklı çeşit geliştirmek amacıyla yürütülen bir çalışmada; CRISPR/Cas9 kullanılarak yanıklık hastalığına dayanıklılık sağlayan Bsr-d1, Pi21 ve ERF922 genlerinde mutasyonlar oluşturulmuştur (tekli ve üçlü mutasyonlar şeklinde). Yapılan çalışmada, bu mutasyonların yabani çeşide göre daha yüksek seviyede bu hastalık etmenine karşı dayanıklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Zhou vd., 2022). Diğer bir çalışmada ise; domateste külleme hastalığına neden olan *Oidium neolycopersici*'ye karşı PMR4 üzerine RNAi sessizleştirilmesi ile dayanıklılık arttığı bildirilmiştir (Huibers vd., 2013). Başka bir araştırmada ise bu gen üzerinde dayanıklılık seviyesini arttırmak için CRISPR/Cas9 tekniğini kullanarak beş farklı mutasyon elde etmişler ve bunlar incelendiğinde, patojenin hif ve haustoryum gelişimini azalttığı rapor edilmiştir (Santillán Martínez vd., 2020). CRISPR/Cas9 sisteminin kullanıldığı diğer bir çalışmada, PsORP1'in 16 mutasyonunu içeren *P. sojae* mutantları elde edilmiş ve bunlardan L733W, S768F, S768Y, N837Y, N837F, P861H, L863W veya I877Y içerenlerin yüksek oksatiapirolin dayanıklılığı gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, bu yüksek olanların patojenite, oospor üretimi ve kist çimlenmesi azalttığı ancak, çoğunun yabani P6497'ye kıyasla daha az etkili olduğu belirlenmiştir (Miao vd., 2020). Ayrıca, çeşitli araştırmacılar tarafından CRISPR/Cas9 teknolojisinin *Trichoderma reesei* (Liu vd., 2015), *Ustilago maydis* (Schuster vd., 2016), *Penicillium chrysogenum* (Pohl vd., 2016), *Mucor circinelloides* (Nagy vd., 2017) ve farklı *Aspergillus* türlerinde (Fuller vd., 2015; Zheng vd., 2018; Chang, 2023) uygulandığı rapor edilmiştir.

SONUÇ

Fungal patojenler birçok bitkide çeşitli hastalıklara neden olmaktadır. Bu hastalıklar dünya genelinde büyük verim kayıplarına neden olmakla birlikte hasat edilen ürünlerin kalitesini de düşürmektedir. Ayrıca, bazı fungal türler mikotoksin üretmekte ve bu bulaşık ürünlerle beslenen insanlarda ve hayvanlarda ciddi sağlık sorunları ortaya çıkabilmektedir. Bu hastalık etmenlerine karşı, bitki patojen etkileşiminde etkili olan moleküler mekanizmalarda dikkate alınarak konukçu dayanıklılığını arttırmak için çalışmalar yürütülmektedir. Bu çalışmalarda fungal patojenlere karşı etkili olan genlerin tespit edilmesi ve bunların genom düzenleme teknikleri kullanılarak modifiye edilmesi amaçlanmaktadır. Bu yöntemler içerisinde, son yıllarda CRISPR/Cas teknolojisi kullanılarak fungal patojenlere karşı dayanıklı çeşit geliştirme çalışmalarında başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak, birçok CRISPR sistemi fungal taksonlara uygulanmamıştır. CRISPR/Cas tarafından uyarılan çift sarmal kırıkları (DSB)

sadece DNA onarımını aktive etmekle kalmaz, aynı zamanda rastgele genomda değişikliklere neden olabilir. Yine, bu teknolojinin kullanılmasında yaşanan etik endişeler ve kullanımına yönelik çeşitli yasal düzenlemeler gerekmesi nedeniyle yapılan çalışmalar sınırlı düzeydedir.

KAYNAKÇA

- Akbudak, M. A., & Kontbay, K. (2017). Yeni nesil genom düzenleme teknikleri: ZFN, TALEN, CRISPR'lar ve bitkilerde kullanımı. *Tarla bitkileri merkez araştırma enstitüsü dergisi*, 26(1), 111-126.
- Anders, C., Niewoehner, O., Duerst, A., & Jinek, M. (2014). Structural basis of PAM-dependent target DNA recognition by the Cas9 endonuclease. *Nature*, 513(7519), 569-573.
- Anzalone, A. V., Koblan, L. W., & Liu, D. R. (2020). Genome editing with CRISPR–Cas nucleases, base editors, transposases and prime editors. *Nature biotechnology*, 38(7), 824-844.
- Bortesi, L., & Fischer, R. (2015). The CRISPR/Cas9 system for plant genome editing and beyond. *Biotechnology advances*, 33(1), 41-52.
- Chang, P.-K. (2023). A simple CRISPR/Cas9 system for efficiently targeting genes of *Aspergillus* section *Flavi* species, *Aspergillus nidulans*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus terreus*, and *Aspergillus niger*. *Microbiology Spectrum*, 11(1), e04648-04622.
- Fichtner, F., Urrea Castellanos, R., & Ülker, B. (2014). Precision genetic modifications: a new era in molecular biology and crop improvement. *Planta*, 239, 921-939.
- Fuller, K. K., Chen, S., Loros, J. J., & Dunlap, J. C. (2015). Development of the CRISPR/Cas9 system for targeted gene disruption in *Aspergillus fumigatus*. *Eukaryotic cell*, 14(11), 1073-1080.
- Griggs, D., Stafford-Smith, M., Gaffney, O., Rockström, J., Öhman, M. C., Shyamsundar, P., Steffen, W., Glaser, G., Kanie, N., & Noble, I. (2013). Sustainable development goals for people and planet. *Nature*, 495(7441), 305-307.
- Horvath, P., & Barrangou, R. (2010). CRISPR/Cas, the immune system of bacteria and archaea. *Science*, 327(5962), 167-170.
- Huibers, R. P., Loonen, A. E., Gao, D., Van den Ackerveken, G., Visser, R. G., & Bai, Y. (2013). Powdery mildew resistance in tomato by impairment of SPMR4 and SIDMR1. *PLoS One*, 8(6), e67467.
- Ishino, Y., Krupovic, M., & Forterre, P. (2018). History of CRISPR-Cas from encounter with a mysterious repeated sequence to genome editing technology. *Journal of bacteriology*, 200(7), 10.1128/jb. 00580-00517.
- Ishino, Y., Shinagawa, H., Makino, K., Amemura, M., & Nakata, A. (1987). Nucleotide sequence of the *iap* gene, responsible for alkaline phosphatase isozyme conversion in *Escherichia coli*, and identification of the gene product. *Journal of bacteriology*, 169(12), 5429-5433.

- Jansen, R., Embden, J. D. v., Gaastera, W., & Schouls, L. M. (2002). Identification of genes that are associated with DNA repeats in prokaryotes. *Molecular microbiology*, 43(6), 1565-1575.
- Jinek, M., Chylinski, K., Fonfara, I., Hauer, M., Doudna, J. A., & Charpentier, E. (2012). A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity. *Science*, 337(6096), 816-821.
- Karmakar, A., Taufiq, S., Baig, M. J., & Molla, K. A. (2022). Increasing disease resistance in host plants through genome editing. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, 88(3), 417-429.
- Koonin, E. V., Makarova, K. S., & Zhang, F. (2017). Diversity, classification and evolution of CRISPR-Cas systems. *Current opinion in microbiology*, 37, 67-78.
- Liu, R., Chen, L., Jiang, Y., Zhou, Z., & Zou, G. (2015). Efficient genome editing in filamentous fungus *Trichoderma reesei* using the CRISPR/Cas9 system. *Cell Discovery*, 1(1), 1-11.
- Makarova, K. S., Wolf, Y. I., Alkhnbashi, O. S., Costa, F., Shah, S. A., Saunders, S. J., Barrangou, R., Brouns, S. J., Charpentier, E., & Haft, D. H. (2015). An updated evolutionary classification of CRISPR-Cas systems. *Nature Reviews Microbiology*, 13(11), 722-736.
- Miao, J., Liu, X., Li, G., Du, X., & Liu, X. (2020). Multiple point mutations in PsORP1 gene conferring different resistance levels to oxathiapiprolin confirmed using CRISPR-Cas9 in *Phytophthora sojae*. *Pest management science*, 76(7), 2434-2440.
- Mohanraju, P., Makarova, K. S., Zetsche, B., Zhang, F., Koonin, E. V., & Van der Oost, J. (2016). Diverse evolutionary roots and mechanistic variations of the CRISPR-Cas systems. *Science*, 353(6299), aad5147.
- Nagy, G., Szébenyi, C., Csernetics, Á., Vaz, A. G., Tóth, E. J., Vágvolgyi, C., & Papp, T. (2017). Development of a plasmid free CRISPR-Cas9 system for the genetic modification of *Mucor circinelloides*. *Scientific reports*, 7(1), 16800.
- Pohl, C., Kiel, J. A., Driessen, A. J., Bovenberg, R. A., & Nygard, Y. (2016). CRISPR/Cas9 based genome editing of *Penicillium chrysogenum*. *ACS Synthetic Biology*, 5(7), 754-764.
- Ravensdale, M., Rocheleau, H., Wang, L., Nasmith, C., Ouellet, T., & Subramaniam, R. (2014). Components of priming-induced resistance to *Fusarium* head blight in wheat revealed by two distinct mutants of *Fusarium graminearum*. *Molecular Plant Pathology*, 15(9), 948-956.
- Santillán Martínez, M. I., Bracuto, V., Koseoglou, E., Appiano, M., Jacobsen, E., Visser, R. G., Wolters, A.-M. A., & Bai, Y. (2020). CRISPR/Cas9-targeted mutagenesis of the tomato susceptibility gene PMR4 for resistance against powdery mildew. *BMC plant biology*, 20(1), 1-13.
- Samanta, M. K., Dey, A., & Gayen, S. (2016). CRISPR/Cas9: an advanced tool for editing plant genomes. *Transgenic research*, 25, 561-573.
- Schaeffer, S. M., & Nakata, P. A. (2015). CRISPR/Cas9-mediated genome editing and gene replacement in plants: transitioning from lab to field. *Plant Science*, 240, 130-142.
- Schuster, M., Schweizer, G., Reissmann, S., & Kahmann, R. (2016). Genome editing in *Ustilago maydis* using the CRISPR-Cas system. *Fungal Genetics and Biology*, 89, 3-9.

- Shmakov, S., Smargon, A., Scott, D., Cox, D., Pyzocha, N., Yan, W., Abudayyeh, O. O., Gootenberg, J. S., Makarova, K. S., & Wolf, Y. I. (2017). Diversity and evolution of class 2 CRISPR–Cas systems. *Nature Reviews Microbiology*, 15(3), 169-182.
- Su, Z., Bernardo, A., Tian, B., Chen, H., Wang, S., Ma, H., Cai, S., Liu, D., Zhang, D., & Li, T. (2019). A deletion mutation in TaHRC confers Fhb1 resistance to Fusarium head blight in wheat. *Nature genetics*, 51(7), 1099-1105.
- Urban, M., Mott, E., Farley, T., & Hammond-Kosack, K. (2003). The *Fusarium graminearum* MAP1 gene is essential for pathogenicity and development of perithecia. *Molecular Plant Pathology*, 4(5), 347-359.
- Zhang, M., Liu, Q., Yang, X., Xu, J., Liu, G., Yao, X., ... & Lou, L. (2020). CRISPR/Cas9-mediated mutagenesis of Clpsk1 in watermelon to confer resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. *Plant cell reports*, 39, 589-595
- Zheng, X., Zheng, P., Zhang, K., Cairns, T. C., Meyer, V., Sun, J., & Ma, Y. (2018). 5S rRNA promoter for guide RNA expression enabled highly efficient CRISPR/Cas9 genome editing in *Aspergillus niger*. *ACS Synthetic Biology*, 8(7), 1568-1574.
- Zhou, Y., Xu, S., Jiang, N., Zhao, X., Bai, Z., Liu, J., Yao, W., Tang, Q., Xiao, G., & Lv, C. (2022). Engineering of rice varieties with enhanced resistances to both blast and bacterial blight diseases via CRISPR/Cas9. *Plant Biotechnology Journal*, 20(5), 876-885.

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİNİN BÖCEK YAŞAYIŞI ÜZERİNE ETKİSİ

Doç. Dr. Mehmet KAPLAN

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü,

email: mehmetkaplan1971@gmail.com

ORCID ID: 0000-0002-2495-8075

ÖZET

Dünyada fosil yakıt tüketimi, endüstriyel ve tarımsal gibi faaliyetler sonucu atmosferde oluşan ve artan miktarda sera gazı ve CO₂'in neden olduğu iklim değişikliğine küresel ısınma denir. Küresel ısınma nedeniyle geçmişten günümüze yüzey sıcaklığı sürekli olarak artmaktadır. Böylece iklimde meydana gelen değişikliklerden en fazla etkilenen canlı gruplarının başında gerek tarım dışı alanlarda gerek tarımsal üretim alanlarında bulunan böcekler gelmektedir. Böcekler, başta iklim değişikliği olmak üzere birçok çevresel değişikliğe oldukça kolay uyum sağlayan organizmalardır. Böceklerin vücut sıcaklığı çevre sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle sıcaklık ve nemdeki değişiklikler böceğin davranışını, genetik çeşitliliğini, gelişim dönemini, metabolizmasını, fizyolojik fonksiyonunu, üreme yeteneğini, beslenme aktivitesini değiştirebilmektedir. Artan sıcaklıklar nedeniyle böceklerin gelişme süresi kısalır, yılda verdiği döl sayısı artması yanında daha fazla yavru üretirler, hızlıca hareket etmektedirler. İklim değişikliğine bağlı olarak artan sıcaklıklar, böcek fenolojisi, çiftleşme, konukçuyu bulma ve yerleşim gibi önemli parametreler böceklerde göç etme davranışlarını belirlemede etkilidir. Böcek ölümlerinin çoğu abiyotik faktörlerden (rüzgâr hızı ve yönü, yağış, nem ve güneş radyasyonu) kaynaklanmaktadır. Bu nedenle iklim değişikliğinin böcek biyolojik çeşitliliği üzerinde de olumsuz etkisi vardır. Ancak iklim değişikliği, böceklerle konukçu bitkiler arasındaki etkileşimi de değiştirebilmektedir. Bununla birlikte küresel ısınma konakçı bitki direncini, transgenik bitkileri, doğal düşmanları, biyopestisitleri ve böcek kontrolü için kullanılan sentetik kimyasalların etkinliğini de azaltır. Dolayısıyla küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliği, böcekler de dâhil olmak üzere yeryüzündeki tüm canlıları etkileyen en büyük sorunlardan biridir.

Anahtar Kelimeler: Böcekler, Göç davranışı, Küresel ısınma, İklim değişikliği,

THE EFFECT OF GLOBAL CLIMATE CHANGES ON INSECT LIFE

ABSTRACT

Climate change caused by increasing amounts of greenhouse gases and CO₂ in the atmosphere as a result of fossil fuel consumption, industrial and agricultural activities in the world is called Global warming. Due to global warming, surface temperature has been increasing continuously

from past to present. Thus, insects, both in non-agricultural areas and in agricultural production areas, are among the living groups most affected by changes in climate. Insects are organisms that can easily adapt to many environmental changes, especially climate change. The body temperature of insects varies depending on the environmental temperature. Therefore, changes in temperature and humidity can change the insect's behavior, genetic diversity, developmental period, metabolism, physiological function, reproductive ability and feeding activity. Due to increasing temperatures, the development period of insects shortens, in addition to increasing the number of offspring per year, they produce more offspring and move quickly. Important parameters such as increasing temperatures due to climate change, insect phenology, mating, finding the host and settlement are effective in determining migratory behavior in insects. Most insect deaths are caused by abiotic factors (wind speed and direction, precipitation, humidity and solar radiation). Therefore, climate change also has a negative impact on insect biodiversity. However, climate change may also alter the interaction between insects and host plants. However, global warming also reduces host plant resistance, transgenic plants, natural enemies, biopesticides, and the effectiveness of synthetic chemicals used for insect control. Therefore, climate change due to global warming is one of the biggest problems affecting all living things on earth, including insects.

Key Words: Insects, Migration behavior, Global warming, Climate change,

1. GİRİŞ

Yüzey sıcaklıkları geçmişten günümüze düzenli bir şekilde artmaktadır. Son yıllarda, tüm ülkelerin dikkatini çeken sera gazı emisyonlarındaki artış, endüstriyel gelişimle beraber ozon tabakasının incelmeye ve dünya genelinde ortalama sıcaklık değerlerinin yükselerek küresel ısınmaya neden olmaktadır. Küresel ısınma kaynaklı iklim değişikliği, dünya ülkeleri için en önemli ekolojik sorunu oluşturmaktadır (Harrington ve ark., 2001; Bale ve ark., 2002; Fuhrer, 2003). Dünyada küresel ısınmadan dolayı, deniz seviyelerinin yükselmesine, sel felaketlerine, aşırı buharlaşmaya ve kuraklık olaylarına, güçlü fırtınalara, ani yağışlara neden olmaktadır. Ayrıca, sera ve endüstriyel gazların etkisiyle meydana gelen CO₂ gazı küresel ısınmanın etkisini arttırmaktadır (Fuhrer, 2003). Artan miktardaki sera gazları ve karbondioksit, iklim değişikliğiyle ilişkilendirilen bir olgu olan küresel ısınmaya neden olmaktadır. Küresel ısınma, ister doğal ister insani etkilerden dolayı, dünya yüzeyine yakın atmosferik bölgenin ortalama sıcaklığındaki artıştır. İnsanların aktiviteleri sonucu atmosfere salınan gazlar, doğal sera gazlarının etkisini artırarak ortalama yüzey sıcaklıklarının artmasına ve dolayısıyla iklim değişikliğine yol açmaktadır (Dellal ve ark., 2011).

Küresel ısınma, insan ve çevre faktörlerinin neden olduğu olumsuz etkilerin bir sonucu olarak ortaya çıkan iklim değişikliğidir. Dünyada yaşanan sıcaklığı artışıyla, iklimde meydana gelen değişimler yüzünden her yıl insanların yanı sıra diğer canlıların yaşamını olumsuz yönde etkilemektedir. Karbondioksit (CO₂) ve diğer sera gazları, küresel ısınmaya neden olan faktörler arasında bulunmaktadır. Bu gazlar, dünya atmosferinin kimyasal bileşimini 100-150 yıl önceye göre belirgin bir şekilde değiştirmişlerdir (Arat ve Türkeş, 2002).

Geçmişte sanayi devrimi birlikte dünyada sanayi alanında giderek artan fosil yakıtların tüketimi, arazilerin kullanımında meydana gelen değişiklikler, tarımsal faaliyetler, sanayileşme

dönemleri, ormanların hızlı bir şekilde yok edilmesi veya azalmasıyla birlikte atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimlerini yükseltmiştir. Bütün bunların sonuçlarından biriside ve en önemlisi de dünya yüzey sıcaklıklarında bir artışa neden olmaktadır. On dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısından itibaren sıcaklık ölçümlerinden bugüne değin dünyanın yüzey sıcaklıklarında belirli oranlarda sürekli olarak artışlar meydana geldiği bazı çalışmalarla gözlemlenmektedir. Bilim çalışanları çalışmalarında özellikle 1980'li yıllardan sonra yüzey sıcaklıklarının hemen hemen her yıl bir önceki yıldan fazla olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu nedenlerden dolayı güvenilir sıcaklık ölçümlerinin yapıldığı 1860 yılından günümüze kadarki yıllardan 1998 yılının en sıcak yıl olarak belirlemişlerdir (Arat ve Türkeş, 2002).

Bugün yoğun bir şekilde tartışılan ve bilim insanlarını endişelendiren konu, dünyanın sıcaklığında meydana gelebilecek 1-2°C'lik artışın tarım, ormancılık, deniz seviyesi ve canlı organizmaların çeşitliliği üzerindeki olası etkileridir. Bu değişiklik sürecinin ne kadar hızlı gerçekleşeceği ve ne kadar süreceği konusunda bilim insanları arasında ortak bir kriter bulunmamaktadır. Dünyadaki birçok ülke, gelecekteki küresel iklim değişikliklerinin su kaynaklarına, tarımsal potansiyele, ekonomik ve sosyal etkilere yönelik araştırmalar yapmaktadır. Ayrıca küresel iklim değişikliğinin bitki ve hayvan türlerinin dağılım ve çeşitliliğinde değişikliklere neden olduğu, bunun da türlerin yok olmasına ve biyolojik çeşitliliğin kaybolmasına yol açabileceği rapor edilmiştir (Schaller ve Weigel, 2007; Dellal, 2008). Hem tarım dışı hem de tarımsal üretim alanlarında küresel iklim değişikliğinden en çok etkilenmesi beklenen geçim gruplarından biridir. Küresel ısınmanın neden olduğu bu değişiklikler, böcekler de dâhil olmak üzere birçok hayvanın ekolojisini ve davranışlarını etkilemenin yanı sıra, yaşam ortamlarında ve beslenme alışkanlıklarında da değişikliklere yol açmaktadır. Böcekler, Dünya üzerindeki türlerin çoğunluğunu oluşturduklarından ve biyolojik gelişimlerinin tamamlanması sıcaklığa bağlı olduğundan, küresel iklim değişikliğinden en çok etkilenmesi beklenen organizma gruplarından biridir (Harrington ve ark., 2001).

Bu çalışmada, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve tarımsal üretimin temel bileşenleri olan böcekler üzerindeki potansiyel ve gelecekteki ekolojik etkileri değerlendirilmiştir. İklim değişikliği, böceklerin vücut sıcaklığının sıcaklığa ve sıcaklığa bağlı olarak değişmesi gibi canlıların hayatta kalma süresini, üreme aktivitesini ve yaşam alanlarını olumsuz etkileyen bir faktördür, dolayısıyla küresel ısınma nedeniyle iklim koşullarında değişiklik denilen bir şey vardır.. Böcek fizyolojisi ve coğrafi dağılımdaki önemli farklılıklar. . Sıcaklık ve nem faktörlerindeki değişikliklerin böceklerin metabolik fonksiyonlarını, üreme kapasitesini, besin alımını ve hatta dağılımını etkilediği belirtilmektedir (Akbulut, 2000). Küresel ısınmaya bağlı olarak sıcaklık, nem ve CO₂ emisyonlarındaki değişiklikler de böcekleri etkileyebilir. Böcekler soğukkanlı hayvanlardır, yani vücut sıcaklıkları çevrelerinin sıcaklığına kabaca eşittir. Bu nedenle nem, CO₂ ve özellikle sıcaklıktaki değişikliklerin böceklerin davranışını, dağılımını, gelişimini, üremesini ve üremesini etkilemesi çok muhtemeldir (Öğür ve Tuncer, 2007). Artan sıcaklıklar yaz mevsimini uzatarak böceklerin uzun vadeli zararlarına yol açıyor. Artan sıcaklıklar, böceklerin yılda ürettiği yavru sayısını artıracak, biyoloji ve fenoloji arasındaki ilişkide dengesizlik yaratacak ve mevcut dengenin de gösterdiği gibi bitki ve hayvanların günlük bölgelere taşınmasına neden olacak. rahatsız olmuştur (Şimşek ve ark., 2010).

2. KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİNİN BÖCEK YAŞAYIŞI ÜZERİNE ETKİSİ

2.1. Küresel Isınmanın Böcek Biyolojik Gelişimine Etkisi

Küresel ısınmanın etkisiyle artan sıcaklık nedeniyle, böceklerin biyoloji gelişme sürelerini hızlandırması ve aktivite sürelerini artırmaları muhtemeldir. Ancak, sıcaklık artışının, böceklerin bu avantajdan yararlanabilmesi için beslenme sürelerini de uzatması gerekmektedir (Harrington ve ark., 2001). Avrupa ve Kuzey Amerika'da bazı böcek türleri üzerinde yıllarca yapılan araştırmalar, yıllık ortalama sıcaklık arttıkça erginlerin yumurtadan çıkma tarihinin daha erkene gittiğini gözlemlenmişlerdir (Parmesan et al., 1999; Parmesan ve Yohe, 2003; Parmesan, 2007; FAO, 2008). Örneğin, İngiltere'de yıllık sıcaklık ortalamalarındaki 2 °C'lik bir yükseliş, bir kısım böcek türlerinin gelişme sürelerinde 2-3 haftalık bir kısalma beklendiği belirtilmektedir. Bu durum, *Neophilaenus lineatus* gibi bir böceğin, sıcaklık artışı nedeniyle yayılma alanını genişletmesini ve yaşam çemberini 2-3 haftaya kadar daha erken tamamlamasını sağlayacaktır. Sıcaklık ortalamasındaki 3 °C'lik bir artışın ise *Delia radicum* gibi bir sineğin aktivite süresini bir ay önce başlatmasına ve aynı zamanda kelebeklerin ilk görülme tarihlerini öne çekmesine neden olacaktır (Cannon, 1998). Lepidoptera başta olmak üzere birçok böcek türü üstünde yürütülen çalışmalar sonucunda, küresel ısınmanın etkisiyle artan sıcaklık birlikte böcek türlerinin gelişme sürelerini kısaltacağını, döl sayılarının artıracak ve uçuş dönemlerinde değişikliklere neden olacağını göstermektedir (Menendez, 2007; FAO, 2008).

2.2. Küresel Isınmanın Böcek Fizyolojisine Etkisi

Küresel ısınma nedeniyle artan sıcaklıklarla birlikte böcek fizyolojisinin hızlanarak daha hızlı gelişmelerine, yılda daha fazla yavru üretmelerine, daha hızlı göç etmelerine ve abiyotik faktörlerden kaynaklanan ölümlerin azalmasına neden olması öngörülmektedir. Ekosistemdeki küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkisiyle ortaya çıkan sıcaklık artışı, böceklerin gelişme sürelerinin normalden daha kısa olmasına ve üreme kabiliyetlerinin artmasına yol açacaktır. Sıcaklıkta meydana gelen 2 °C'lik bir yükselme, böceklerde yılda döl sayılarını 1 ile 5 arasında artırması öngörülmektedir. Bu durumda, düşük gelişme eşiklerine sahip ve kısa sürede gelişmelerini tamamlayabilen yaprak bitleri en çok etkilenecek böcekler arasında yer almaktadır. Yaprak bitlerinin bir yılda ek olarak 4 veya 5 döl verebileceği tahmin edilmektedir (Harrington ve ark., 2001).

Düşük sıcaklıklardan kaynaklanan kış ölümleri, özellikle sıcaklıklar izin verdiği sürece kış uykusuna yatmadan aktif kalan türler için önemli bir faktördür. Daha sıcak kışlar veya daha az aşırı soğuk dönemler, fazla sayıda böceğin hayatta kalmasına olanak tanır. Bu durumda böcek popülasyonlarının ve verdikleri kaybin artacağı anlamına geliyor (Harrington ve diğerleri, 2001; Sharma, 2010). Aşırı kış sıcaklıkları, kışı genellikle hareketsiz ve hareketsiz bir durumda geçiren böceklerle zarar verebilir. Bu durum, sıcaklığın artmasıyla birlikte aktiviteleri artacak olan böceklerin, bu zamanda uygun ve yeterli besin kaynakları bulamayacakları ve depoladıkları besinleri tüketmek zorunda kalacakları anlamına gelir. Bu durum da böceklerin ölümüne neden olabilir (Harrington ve ark., 2001).

2.3. Küresel Isınmanın Böceklerin Yayılışına Etkisi

Böcekler soğukkanlı hayvanlardır, dolayısıyla sıcaklık ve nemdeki değişikliklere karşı çok duyarlıdır, bu sebeple yayılışları ve yaşam alanları genellikle iklimle yakın ilişkidir (Stewart ve diğerleri, 2007). Bilim adamlarının bazılarına göre böcek habitatları artan sıcaklıkların etkisiyle hem yatay hem de dikey olarak değişebilmektedir. Düşük sıcaklıklar nedeniyle dağılımları kısıtlı olan bazı böcek türlerinin, hayatta kalabilmek için kutup ve dağlık

bölgeleri istila edebilecekleri dağılım alanları arayabilecekleri öngörülüyor. Bunun nedeni, küresel ısınma nedeniyle bu bölgelerin giderek daha sıcak hale gelmesidir (Harrington ve ark., 2001). Avrupa'nın göçmen olmayan 35 kelebek türünün %63'ü, son 100 yılda sadece 0,8 santigrat derecelik sıcaklık artışı nedeniyle kuzeye göç etti. Bu değişikliklerin önümüzdeki yüzyılda da devam edeceği ve birçok türün neslinin tükenmesine neden olacağı tahmin edilmektedir (Ward ve Master, 2007). Sıcaklık güdümlü böcek göçünün bir başka örneği de Birleşik Krallık'ta yerleşik hale gelen *Nezara viridula*'dır (Heteroptera: Pentatomidae). Uzmanlar daha önce, sıcak iklimleri tercih eden böceğin İngiltere'ye ulaşma ihtimalinin bulunmadığını belirtmişti. Ancak *Nezara viridula*'nın ortaya çıkmasıyla durum değişti ve böcek kolonilerinin Londra'da rahatça yaşadığı görüldü.

Küresel ısınmaya bağlı olarak artan sıcaklıklar, böceklerin uçuş sınırlarına daha erken ulaşmalarına ve dolayısıyla daha erken göç etmelerine neden oluyor. Böcek uçuşu rüzgar hızı ve yönünden, yağıştan, nemden, güneş ışığından vb. etkilenir. Diğer faktörler şunları içerir: Böcek göçü için de optimal sıcaklıklar ve eşikler vardır. Optimum değer altında, küresel ısınmaya bağlı olarak artan sıcaklıklar böcek göçünü artıracak, ancak eşik üzerinde ise ölümcül olacaktır. Yaprak bitlerine gelince, bu böcekler artan hareketlilikleri nedeniyle viral hastalıkları daha geniş çapta yayma potansiyeline sahiptir (Bale ve ark., 2002). Küresel ısınma aynı zamanda bitki ve böceklerin üremesini de etkiliyor. Daha yüksek ortalama sıcaklıklar bir kısım bitkilerin daha kuzey bölgelerde büyümesine olanak tanıyabilir. Bu durumda, bu bitki türleriyle beslenen böceklerin bu yeni alanlara dağılmasına olanak tanıyabilir (Reilly, 1996). Diapoz girmeyen ve kış aylarını aktif bir şekilde geçiren böceklerden örneğin *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae), ılıman kışlarda hayatta kalabilme oranlarının artacağı, yani kış ölümlerinin daha az olacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle, bu türlerin popülasyon yoğunluklarının artması ve coğrafi alanlarını daha yüksek enlemlere doğru genişletmeleri beklenilmektedir (Bale ve ark., 2002).

2.4. Küresel Isınmanın Böcek Popülasyonlarına Etkisi

İklim, özellikle sıcaklık, böceklerin gelişimi, üremesi, coğrafi dağılımı, hayatta kalması ve popülasyon büyüklüğü üzerinde güçlü ve doğrudan bir etkiye sahiptir. Küresel ısınmaya bağlı olarak artan sıcaklıkların belirli koşullar altında böcek popülasyonlarında azalmalara yol açabileceği düşünülse de birçok araştırmacı, ılıman iklimlerdeki sıcak havaların böcek popülasyonunda azalmalara yol açabileceğine inanıyor ve bunun türlerin artmasına neden olabileceği kabul ediliyor. ve böcek popülasyonları (Petzoldt ve Seaman, 2007). Sıcak kışlar nedeniyle böceklerin kış ölümlerinin azalması, böcek popülasyonlarının artmasında önemli bir rol oynayabilir (Bale ve ark., 2002). Ayrıca ortalama sıcaklıkların artması bazı türlerin tamamen yok olmasına neden olabilir (Thomas et al., 2004; Hance et al., 2007).

2.5. Küresel Isınmanın Böceklerde Üreme Üzerine Etkisi

Sıcaklığın böceklerin üreme performansı üzerindeki etkisi iyi bilinen bir sorundur. Sıcaklığın artması böcek fizyolojisini hızlandırır, üreme kapasitesini artırır ve yıllık yavru (nesiller) sayısını artırır, böylece böcekler daha kısa sürede gelişir. Örneğin sıcaklıktaki 2°C'lik artışla yaprak bitlerinin yavru sayısını yılda dört veya beş nesil artırdığı tahmin edilmektedir (Harrington ve ark., 2001). Artan sıcaklıklar dişi böceklerin daha fazla yumurta bırakmasına ve yavru sayısının artmasına neden olur. Küresel ısınmaya bağlı olarak artan sıcaklıkların böceklerin üreme yeteneğini artıracığı öngörülüyor. Öte yandan birçok böcek türü için optimal

sıcaklık değerleri aşıldığında büyüme oranlarında azalma, doğurganlıkta azalma ve ölümlerde artış gözlenmektedir (Rouault ve ark., 2006). Aynı zamanda artan sıcaklıklar, kışlayan böceklerin kışlama sürelerinin kısalmasına da yol açabilir (Ayres ve Lombardero, 2000). Küresel ısınma nedeniyle böcek salgınları için uygun sürenin uzayacağı düşünülüyor. Bu, dikoryonlu türlerin yıllık yaşam döngüleri içinde daha fazla yavru ürettiği anlamına gelir. Ek olarak, daha uzun büyüme mevsimleri, tek bir konakçıyla beslenen böcek türlerinin sayısını da artırmaktadır (Ward ve Master, 2007).

2.6. Küresel Isınmanın Böceklerin Adaptasyonuna Etkisi

Böcekler, özellikle küresel ısınmanın neden olduğu çeşitli çevresel değişikliklere son derece uyum sağlayan organizmalardır. Bir türün genetik çeşitliliğine, coğrafi bölgesine, üreme hızına, göç kabiliyetine ve biyotik faktörlerle rekabetine bağlı olarak değişime uyum sağlama yeteneğinin artması veya azalması beklenir. Bir tür ne kadar hareketliyse ve ne kadar hızlı ürerse, o kadar adapte olur. Ne yazık ki zararlı türler bu özellikleri sergileme eğilimindedir ve sıcaklıktaki değişikliklere kolaylıkla uyum sağlar (Harrington ve diğerleri, 2001).

2.7. Artan Yağışların Böceklerle Etkisi

Küresel ısınmanın etkisiyle ortalama küresel yağışların artacağı tahmin ediliyor ancak bazı bölgelerde kuraklık daha da şiddetli hale gelecek. Bu tahminlere rağmen, ortalama yüzey yağışları son 100 yılda %1 oranında arttı ve bu artış esas olarak Kuzey Yarımküre 'de meydana geldi (Samways, 2005). Bazı böcek türleri yağmura karşı hassastır ve yoğun yağmur yağdığında ölür veya bitkiyi terk eder. Örneğin toprakta kışlayan bazı böcekler için toprağı ıslatmak yaban mersini zararlılarıyla mücadelede önemli bir kontrol yöntemidir. Küresel ısınmaya bağlı olarak daha sık ve yoğun yağışların bu böcek türlerini olumsuz etkilediği düşünülmektedir (Petzoldt ve Seaman, 2007). Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin tarımsal üretimde zararlı popülasyonunu artırabileceği ve bu bağlamda pestisit kullanımının artabileceği vurgulanmıştır (Zinyemba vd., 2021). Öte yandan pestisit kullanımının artmasıyla ortaya çıkan ciddi sağlık sorunları riskine de dikkat çekildi.

3. SONUÇ

Sonuç olarak küresel ısınma, insan ve çevre faktörlerinin neden olduğu olumsuz etkilerin bir sonucu olarak ortaya çıkan iklim değişikliğidir. Dünyada yaşanan sıcaklığı artışıyla, iklimde meydana gelen değişimler yüzünden her yıl insanların yanı sıra diğer canlıların yaşamını olumsuz yönde etkilemektedir. Dolayısıyla küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliği, böcekler de dahil olmak üzere yeryüzündeki tüm canlıları etkileyen en büyük sorunlardan biridir. Böcek türleri soğukkanlı hayvanlar olduğu için yayılışları iklimle doğrudan bağlıdır. Böcek fenolojisi, çiftleşme, konukçu bulma ve yerleşim oluşumu gibi temel parametreler böceklerin göç davranışını etkiler. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin böcek biyolojik çeşitliliğini, popülasyon dinamiklerini, coğrafi dağılımını, böcek biyotiplerini, fitofaj-bitki etkileşimlerini, doğal düşman faaliyetlerini ve yoğunluğunu, türlerin yok olmasını ve bitki koruma teknolojisini etkilemesi ve etkililikte önemli değişikliklere yol açması öngörülmüyor. Ancak iklim değişikliği, zararlılarla konukçu bitkiler arasındaki etkileşimi değiştirebilir. Küresel ısınma aynı zamanda konukçu bitki direncini, transgenik bitkileri, doğal düşmanları, biyopestisitleri ve böcek kontrolü için kullanılan sentetik kimyasalların etkinliğini de azaltır.

Ekosistemdeki küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkisiyle ortaya çıkan sıcaklık artışı, böceklerin gelişme sürelerinin normalden daha kısa olmasına ve üreme kabiliyetlerinin artmasına yol açacaktır. Bu durum, yeryüzündeki mevcut böcek türlerinin bir kısmının yok olmasına ve önemli bir kısmının da habitatlarının olumsuz etkilenmesiyle popülasyonlarda göç etme yönünde davranışının artmasına sebep olabilir. Sonuç olarak, iklimsel değişiklikler böcek biyoçeşitliliğini olumsuz etkileyebilecektir.

KAYNAKÇA

- Akbulut, S. (2000). Küresel Isınmanın Böcek Populasyonları Üzerine Muhtemel Etkileri. *Ekoloji*, 9(36), 25-27.
- Arat G, Türkeş M., (2002). Uluslar Arası Sözleşmeler Ön Raporu, Vizyon 2023,.
- Ayres, M.P. and Lombardero, M.J., (2000). Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *Sci. Total Environ.* 262: 263-286.
- Bale, J.S., Masters, G.J., Hodkinson, I.D., Awmack, C., Bezemer, T.M., Brown, V.K., Butterfield, J., Buse, A., Coulson, J.C., Farrar, J., Good, J.E.G., Harrington, R., Hartley, S., Jones, T.H., Lindroth, R.L., Pres, M.C., Symrnioudis, I., Watt, A.D., Whittaker, J.B., (2002). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*. 8: 1-16.
- Cannon, R.J.C., (1998). The implications of predicted climate change for insect pests in the UK, with emphasis on non- indigenous species. *Global Change Biology*. 4: 785-796.
- Dellal, Đ. (2008). Küresel İklim Değişikliği ve Enerji Kısılacında Tarım ve Gıda Sektörü. *İgeme'den Bakış*, 36:103-11.
- Dellal, İ., McCarl, B.A., Butt, T., (2011). The economic assessment of climate change on Turkish agriculture. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 12 (1):376-385.
- FAO, (2008). Climate-Related Transboundary Pests and Disease. Technical Background Document from the Expert Consultation Held on 25-27 February, 2008. FAO, Rome.
- Fuhrer, J., (2003). Agroecosystem responses to combinations of elevated CO₂, ozone, and global climate change, *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 9,7: 1-20.
- Harrington, R., Fleming, R.A., Woiwod, P., (2001). Climate change impacts on insect management and conservation in temperate regions: can they be predicted?. *Agricultural and Forest Entomology*. 3: 233-240.
- Menendez, R., (2007). How are insects responding to global warming? *Tijdschrift voor Entomologie* 150: 355–365.
- Ögür, E., Tuncer, C., (2011). Küresel Isınmanın Böceklere Etkileri. *Anadolu Tarım Bilim. Derg.*, 2011,26(1):83-90
- Parmesan, C., N. Ryrholm, C. Stefanescu et al. (1999). Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature* 399:579-583. Parmesan,

- C. and G. Yohe. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*. 421:37-42.
- Parmesan, C. (2007). Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annu. Rev. Ecology, Evolution, and Systematics*. 37:637-669.
- Petzoldt, C., Seaman, A., (2007). Climate change effects on insects and pathogens. Climate change and agriculture: promoting practical and profitable responses. Available from URL: <http://www.climateandfarming.org/pdfs/FactSheets/III.2Insects>
- Reilly, J., (1996). Agriculture in a changing climate: Impacts and adaptation. *Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses*. pp. 427-468.
- Rouault, G., J.N. Candau, F. Lieutier, L.M. Nageleisen, J.C. Martin and N. Warzee, (2006). Effects of drought and heat on forest insect populations in relation to the 2003 drought in Western Europe. *Ann. of Forest Sci.*, 63: 613-624.
- Samways, M. J., (2005). Global climate change and synergistic impacts. *Insect Diversity Conservation*. Cambridge University Press, New York. s: 136-151.
- Schaller, M., ve Weigel, H.J. (2007). Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung Landbauforschung Völkenrode - FAL Agricultural Research, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), ISSN 0376-0723, ISBN 978- 3-86576-041-8, Sonderheft 316, Braunschweig, Germany, 246 p.
- Sharma, H.C., (2010). Global Warming and Climate Change: Impact on Arthropod Biodiversity, Pest Management, and Food Security. In: *Pest management and climate change*. Solan, H P, India: Dr. Yashwant Singh Parmar University of Horticulture and Forestry. 11pp.
- Stewart, A.J.A., Lewis, O.T., New, T.R. (2007). Insect and climate change: processes, patterns and implications for conservation. *Insect Conservation Biology*. CABI Publishing, London. s:245-270.
- Thomas, C.D., Cameron, A., Green, R.E., Bakkenes, M., Beaumont, L.J. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature*. 427:145-148.
- Ward, N.L., Masters, G.J., (2007). Linking climate change and species invasion: an illustration using insect herbivores. *Global Change Biology*. 13: 1-11.
- Zinyemba, C., Archer, E., ve Rother, H.A. (2021). Climate Change, Pesticides and Health: Considering the Risks and Opportunities of Adaptation for Zimbabwean Smallholder Cotton Growers. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18(1), 121.

TARIMSAL SAVAŞIMDA KULLANILAN PESTİSİTLERİN YOL AÇTIĞI ÇEVRE SORUNLARI

Doç. Dr. Mehmet KAPLAN

¹ Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü,
email: mehmetkaplan1971@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-2495-8075

ÖZET

Dünya nüfusunun hızla artmasıyla birlikte gıdaya olan talepte artmaktadır. Diğer taraftan yerleşim alanları, inşaat ve barajların yapımı, sanayi vb. nedenlerden dolayı ekilebilir tarım arazi gün geçtikçe azalmaktadır. Bu yüzden tarımsal ürün üreticileri zamanla azalan tarımsal alanlardan kısa zamanda çok ürün sağlamak için teknoloji ve yöntemlerden faydalanması yanında bilinçsiz ve yoğun bir şekilde pestisitler kullanmaya başlamışlardır. Pestisit kullanımı, dünyada tarımsal üretimi artırmanın yanında kalitesini de yükseltmiştir. Pestisitler, doğru zamanlarda ve tavsiyelere uygun kullanımı koşuluyla; üreticilere büyük kazançlar sağlamakla birlikte üretim sezonunun ve muhafaza zamanında uzamasını sağlamaktadır. Ancak bilindiği gibi pestisitler, hem kullanım hataları hem de, pestisitlerin yapısal özelliklerinden dolayı; insan sağlığını ve çevreyi olumsuz etkilemektedir. Böylece pestisitler tarımsal ürünlerde kalıntı oluşturması yanında toprak, su ve havaya karışarak birçok çevre sorunu da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle pestisit kullanırken hem ürünün hastalıklara, zararlılara ve yabancı otlara karşı korumasının, hem de insanlara ve çevreye olan olumsuz etkilerinin eş zamanlı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca pestisitlerin uygun koşullarda saklanması ve uygun biçimde belgelenmesi, ilaçlama için uygun makine ve aletlerinin doğru şekilde kullanımı, ilaçlamaların ardından ortaya çıkan pestisit atıklarının toplanıp uygun bir şekilde imha edilmesi ve güvenlik önlemleri gibi kurallara uyulması gerekmektedir. Bu önlemleri dikkatli bir şekilde uygulayarak pestisitlerin olumsuz etkilerini en aza indirebilmektedir

Anahtar Kelimeler: Pestisit, Tarımsal ürün, Kimyasal savaş, Çevre sorunları,

CAUSED BY PESTICIDES USED IN AGRICULTURAL CONTROL ENVIRONMENTAL PROBLEMS

ABSTRACT

As the world population increases rapidly, the demand for food increases. On the other hand, residential areas, construction and dam construction, industry, etc. For various reasons, arable agricultural land is decreasing day by day. For this reason, agricultural product producers have started to use pesticides unconsciously and intensively, as well as making use of technology and methods in order to provide more products in a short time from the decreasing agricultural areas over time. The use of pesticides has not only increased agricultural production in the

world but also improved its quality. Pesticides, provided that they are used at the right times and in accordance with recommendations; It provides great profits to producers and extends the production season and storage time. However, as it is known, pesticides, due to both usage errors and structural features of pesticides; It negatively affects human health and the environment. Thus, pesticides not only create residues in agricultural products, but also cause many environmental problems by mixing with soil, water and air.

Therefore, when using pesticides, both the protection of the product against diseases, pests and weeds, and the negative effects on humans and the environment must be evaluated simultaneously. In addition, rules such as storing pesticides under appropriate conditions and documenting them appropriately, correct use of appropriate machines and tools for pesticide application, collecting and properly disposing of pesticide waste resulting from pesticide application, and safety precautions must be followed. By carefully applying these measures, the negative effects of pesticides can be minimized.

Key Words: Pesticides, Agricultural products, Chemical control

1-GİRİŞ

Canlıların beslenmesinde gıdanın önemi büyüktür, gıda için de tarımın önemi büyüktür. Dünya nüfusunun hızla artmasıyla birlikte gıdaya olan talepte artmaktadır. Tarımsal üretimde hedef birim alanda üretim artışını sağlamaktır. Özellikle sürekli artan nüfus ile birlikte tarım yapılan alanlar değişmemekte ve azalmaktadır. Tarımsal üretimde verimin artırılması önceliklidir. Bu doğrultuda girdi kullanımının da yüksek verim ve kaliteli ürünler elde etmek amacıyla yabancı ot, hastalık ve zararlılar ile mücadelede daha etkili pestisit kullanımına önem verilmiştir. Bu nedenle tarım üreticileri, zamanla küçülen tarım alanlarından kısa sürede daha fazla tarım ürünü temin edecek teknik ve yöntemlere başvurarak, bilinçsiz ve yoğun bir şekilde pestisit kullanmaya başlamışlardır. Tarımsal alanlarda verim ve kalitede kaybına neden olan etmenlere karşı yapılan mekanik ve biyolojik mücadeleler zahmetli, masraflı ve uzun sürede etki gösterdiğinden dolayı için üreticiler daha çabuk ve etkili olan kimyasal mücadele öncelikli yer tutmaktadır. Türkiye’de tarımı yapılan kültür bitkilerinde 2018 yılında toplam kullanılan tarım ilaçlarının %38,4’ini fungusitler, %24,6’sını herbisitler, %22,6’sını insektisitler, %4,1’ini akarisitler, %0,5’ini rodentisitler (kemirgen öldürenler) ve %9,6’sını diğerleri (bitki aktivatörü, bitki gelişim düzenleyici, böcek cezbedici, fumigant, nematisit, kükürt, madeni yağlar) oluşturmaktadır (Anonim, 2019).

Ekonomik ve çevresel bir ihtiyaç olmadıkça kimyasal mücadele kullanılmamalıdır. Eğer kimyasal savaş uygulaması zorunlu ise çevreye, insana ve canlı organizmalara dost pestisitler (tarım ilacı) kullanılmalıdır. Önerilen doz ve zamanlarda uygulanmalıdır. Zararlı organizmalara karşı mücadelede uygulanması kolay, çabuk ve etkili neticeler olması sebebiyle pestisitler yaygın olarak kullanılmaktadır. Ekosistemde doğal dengenin kayıp olmasına sebep olan en önemli faktörlerden birisi, gelişmiş güzel bilinçsiz bir şekilde pestisitlerin kullanımıdır. Pestisitlerin bilinçsiz ve yoğun kullanımı sonucu ekoloji ve doğal çevrenin kirlenerek bozulması, insan ve diğer canlı organizmaların beslenmesinde tehlikeli sorunların ortaya

çıkması yanı sıra ve hedef olmayan canlıları da etkileyerek ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Bu yüzden doğal çevrenin korunması açısından pestisitlerden kaynaklı kirliliğin önlenmesi üzerinde durulması gereken önemli durumdur.

2. TARIMSAL SAVAŞIMDA KULLANILAN PESTİSİTLERİN YOL AÇTIĞI ÇEVRE SORUNLARI

2.1. Pestisitlerin kullanım amaçları

Dünyada nüfusun artışıyla birlikte, besin kaynaklarının kısıtlı olması ve besine olan ihtiyaç miktarının artmıştır. Bu yüzden üreticileri zamanla azalan tarımsal alanlardan kısa zamanda çok ürün sağlamak için teknoloji ve yöntemlerden faydalanması yanında yoğunluklu bir şekilde kimyasal madde ve pestisitler kullanmaya başlamışlardır. Zararlı, hastalık ve yabancı otlarla mücadelede uygulanan çeşitli tarımsal savaş yöntemleri arasında pestisit kullanımını %95 oranında olduğu, pestisit kullanılmadığında ise ürün kayıplarının %60'a kadar ulaştığı bildirmişlerdir (Tiryaki ve ark., 2010). Bu yüzden dünyadaki başka ülkelerdeki gibi Türkiye'de de ürün kayıplarına neden olan zararlı mikroorganizmalarla mücadele için pestisit kullanımından vazgeçilmesi çok düşünülmemektedir. Pestisit kullanımı, dünyada tarımsal üretimi artırmanın yanında kalitesini de yükseltmiştir. Pestisitler, doğru zamanlarda ve tavsiyelere uygun kullanımı koşuluyla; üreticilere büyük kazançlar sağlamakla birlikte üretim sezonunun ve muhafaza zamanında uzamasını sağlamaktadır. Tarımsal üretim alanlarında verim kaybına yol açan zararlılarla savaşta uygulanan biyolojik ve fiziksel mücadele uzun vadeli, çok zor ve masraflı olması nedeniyle bunların yerine çok hızlı ve etkili bir metot olarak kimyasal mücadele Dünyada ve Türkiye'de öncelikli ve yaygın olarak tercih edilmektedir (Kışlalıoğlu ve Berkes, 1985). Bunun nedeni etkili, hızlı sonuç vermesi, bilinçli ve kontrollü kullanıldığında ise daha ekonomiktir ve aynı zamanda ürünü toksin üreten mikroorganizmalara karşı korumaktadır (Tiryaki, 2010).

Sağlıklı bir yaşam için lazım olan taze meyve ve sebzeler başta olmak üzere verimli ve kaliteli tarım ürünlerinin üretilmesinde pestisit kullanımı büyük rol oynamaktadır. Geçmiş yıllarda yüzbinlerce insanı öldüren çavdar sütleğen gibi mantar hastalıklarının neden olduğu kanserler, tahıl ve yer fıstığı üretimi ve depolanması sırasında fungusitlerin kullanılmasıyla korunmaktadır. Pestisitler, evlerde, lokantalarda ve hastanelerde hamamböceği gibi hastalık taşıyan zararlıların kontrolünde ve Avrupa'da kanatlı karıncalar ve diğer ahşaplarda beslenerek zarar yapan zararlılar tarafından malzemelerin tahrip edilmesini önlemek için çok önemlidir (Anonim, 2021a). Pestisitler insanlara ve hayvanlara zarar veren bazı zararlılara karşı da kullanılabilir. İnsanların yaşam alanlarında daha çok karasinek ve sivrisinek mücadelesinde bulunmaktadır (Tiryaki, 2010).

2.2. Pestisitlerin Olumsuz Etkileri

Pestisitler, doğru zamanlarda ve tavsiyelere uygun kullanımı koşuluyla; üreticilere büyük kazançlar sağlamakla birlikte üretim sezonunun ve muhafaza zamanında uzamasını sağlamaktadır. Ancak bilindiği gibi pestisitler, hem kullanım hataları hem de, pestisitlerin yapısal özelliklerinden dolayı; insan sağlığını ve çevreyi olumsuz etkilemektedir. Dolayısıyla pestisitler tarımsal ürünlerde kalıntı oluşturması yanında toprak, su ve havaya karışarak birçok

sorunu da beraberinde getirmektedir. Pestisitler doğada bulunan bütün canlılarda birtakım zararlar meydana getirmektedir. Pestisitler kullanım ve üretim sırasında meydana gelen iş kazaları sonucu insan sağlığında olumsuzluklar oluşturmaktadır. İnsanların pestisitler ile teması, taşıma, depolama, üretim aşamasında, kullanma ve pestisit kalıntısı bulunan ürünlerin tüketimi şeklinde olmaktadır. Pestisitlerin insan vücuduna girmesi ise ağız, deri ve solunum yolu ile olmaktadır. Vücuda alınan pestisitlerin bir kısmı direkt bir kısmı ise birikme sonucu tahribat oluşturur. Pestisitler kanserojenik, mutajenik, alerjik ya da tahriş edici olabilir. Pestisitler insanlarda olduğu gibi hayvanlarda da yavaş ve hızlı zehirlenmelere neden olur. Pestisitlerin çiftlik hayvanlarında et, süt, yağ ve yumurta gibi ürünlerde birikebilir.

2.2.1. İnsanlar üzerindeki etkileri

Pestisitler insan vücuduna üç yolla giriş yapmaktadır. Bunlar; ağız yoluyla, solunum yoluyla ve deri yoluyla olmaktadır. Ağız yoluyla pestisitler genellikle dikkatsizlik, kaza, kirlenmiş ortamda yeme içme sonucu olmaktadır. Bu durumda zehirlenme alınan maddenin miktarına ve şiddetine göre değişkenlik gösterir. Solunum yoluyla, pestisit imalatı veya kullanımı esnasında havaya karışan pestisit tozu ve buharı sonucu havanın solunmasıyla vücuda girişi mümkündür. Buharlaşıma imkânın yüksek olduğu pestisitlerin solunum yoluyla alınması daha yüksektir. Deri yoluyla alınması pestisit deriye temasıyla emilimi şeklinde olur. En yaygın vücuda alınma durumu deriyle emilim şeklindedir. Sıvı pestisitlerin vücuda girişi en hızlı olanıdır (Anonim, 2021b). Pestisitler anne karnındaki bebek ve çocuklarda beyin gelişiminde olumsuzluklar ortaya çıkardığı gözlemlenmiştir. Genel olarak çocuklarda gelişme ve fizyolojik olaylarda bozulmalar meydana getirir. Kanseri, gen bozulmaları ve üreme bozukluklarına neden olmaktadır. Erkeklerde sperm oluşumunda azalmalar görülmektedir. İnsanlarda akut ve kronik zehirlenmelere neden olmaktadır. Kronik olarak zehirlenme kimyasalın belirli bir zaman içerisinde düşük dozlarda devamlı olarak alınmasıyla oluşur (Gül, 2017). İnsanların pestisitlerle temasının ana nedenleri; uygulama hakkında yeterli bilgiye sahip olmama, depo koşullarının uygun olmaması, kaza sonucu yayılma, baştan savma taşıma gibi durumlardır.

Tarımsal amaçlı kullanılan pestisitler tarımsal ürünler üzerinde kalıntı oluşturmaktadır. Bazı ilaçlar da sistemik olup bitkinin genetik yapısına etki etmektedir. Bu sistemik ilaçlar daha tehlikelidir. İlaç kalıntılı sebze ve meyvelerle beslenen insanlarda süt ve yağ dokularında birikmeler olur. Bu ilaçlar hamilelerde bebeğe geçer. Özellikle bu birikme kadınlarda yumuşak doku kanserine neden olabilmektedir. İlaç kalıntısı bulunan kadınlarda meme kanseri riski dört kat daha fazladır. Erkeklerde ilaç birikimi prostat kanserine neden olmaktadır. İlaç kalıntıları çocuklarda diş çürüklükleri, deri bozukluğu, boy kısalığı ve zekâ geriliği gibi etkilere neden olduğu bilinmektedir (Gül, 2017).

2.2.2. Çevreye olan etkileri

Tarımsal üretim alanlarında ve orman gibi tarım alanları dışında pestisitlerin kontrolsüz kullanım durumunda toprak, su ve havaya karışarak birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Pestisitlerin dolaylı ya da doğrudan havaya, toprak ve su karışması sonucu buralarda yaşayan canlıların yaşamlarını olumsuz etkilemektedir. Çevreye etki durumlarında ise pestisit fiziksel özelliğine, kimyasal yapısına, formülasyon tipine, uygulama şekline ve tarımsal koşullara bağlıdır. Pestisitler püskürtülerek uygulandığında bir kısmı buharlaşarak ve dağılma ile

kaybolur. Bir kısmı ise bitki üzerinde ve toprak yüzeyinde kalır. Pestisitler rüzgâr ile taşınarak yağışlarla tekrardan yeryüzüne inebilir. Bu şekilde hedef olmayan canlılarda toksisiteye neden olabilir (Gül, 2017). Toprağa geçen pestisitler güneş ışınlarının etkisiyle fotokimyasal parçalanma, bitki, toprak mikroorganizmaları ve diğer organizmaların etkisiyle biyolojik parçalanmaya uğramaktadırlar. Toprak içine geçmiş pestisitler kılcallık etkisi ile su vasıtasıyla toprak yüzeyine taşınmakta ve buradan havaya karışabilmektedir (Yıldız ve ark., 2005).

2.2.3. Hedef olmayan organizmalara etkileri

Kuşlar, evcil ve yabani hayvanların pestisitlerin olumsuzluğundan etkilenmelerinin nedeni suya, çevreye yayılan pestisitlerle direk temasta bulunması veya öncesinden pestisit kaynaklı zehirlenme nedeniyle ölen hayvansal gıdalarla beslenmesi sonucu olmaktadır. Zaman içinde kuşlar, evcil ve yabani hayvanlarının doku hücrelerinde birikmiş olan pestisitlerin kalıntısına göre öldürücü olması yanında karaciğer, böbrek, üreme organları ve diğer organlarda zarar oluşturmakta, bunların normal fonksiyonlarını bozmakta, üreme güçlerini azaltması veyahut ta öldürmektedir.

3. PESTİSİTLERİN YAYILMA ŞEKİLLERİ

Pestisitlerin çevreye bulaşması ve yayılması ise uygulandıkları alanlardan rüzgâr, yağmur, sel ve kar suları gibi etkenlerle başka yerlere topraktan sürüklenerek nehir, göl ve deniz sularına karışmaktadır. Bu yayılma esnasında ve sonrasında ise bu çevre ve alanlarda yaşayan canlıların bünyesine geçmektedir. Pestisitlerinin yayılma durumunu pestisit fiziksel ve kimyasal yapısı, formülasyon tipi, uygulama şekli ve tarımsal koşullar etkiler.

3.1. Hava yolu ile yayılma

Pestisitlerin uygulamasında havaya karışan parçacıkların büyüklüğüne, dağılan hacime, rüzgâr hızına, havanın sıcaklığına, gibi faktörlere bağlı olarak belirli bir alanda yayılma gösterebilmektedir. Havaya karışan pestisitler insana solunum yolundan, deriden emilim şeklinde ve yiyecekler sulardan bulaşabilir. Bu nedenle püskürtme şeklinde yapılan uygulamalarda dikkatli olunması gerekir. Pestisitler havadaki diğer kimyasallarla birleşerek ikincil kirleticiler oluşturur. Bu durum canlıların ve insanların etkilemesine neden olur (Erdoğan, 2010).

3.2. Su ile yayılma

Pestisitler toprakta su yardımı ile yayılım gösterir. Toprak yüzeyindeki akıntılarla veya evlerden, bitkilerden ve tarımsal bölgelerden olabilir. Bazı pestisitler su akımı, toprağa enjekte edilmeleriyle, yağmur ve karla yıkanarak yer altı sularına sızabilir. Arazilerde pestisitlerin sulandırılması ve işlem esnasında kullanılan kapların, pestisitle kirlenmiş kapların yıkanması da bu durumu artırır (Özkan, 2017).

3.3. Yiyecekler ile yayılma

Pestisitlerin yiyeceklerle birlikte depolanması, taşınması oldukça tehlikelidir. Birçok ülkede pestisitlerin yiyeceklerle birlikte taşınması ve depolanmasını engelleyen sıkı yasalar bulunmaktadır. Pestisitlerin uygulamasından sonra tarımsal ürünler üstünde kalan pestisit kalıntısının göz yumulabilen miktarın altındaki değere düşebilmesi için belli bir zamana ihtiyaç

bulunmaktadır. Pestisit uygulanmasında sonra beklenmesi gereken minimum sürenin beklenmeden toplanması ve piyasaya sürülmesi önemli derecede risk oluşturabilir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

3.4. Toprak yolu ile yayılma

Pestisitler püskürtülerek uygulandığında bir kısmı evaporasyon ve saçılma nedeniyle yayılırken, bir kısmı da bitki üzerinden toprak yüzeyinde kalmaktadır. Havaya karışan pestisitler rüzgâr ile yayılır, buharlaşan kısım ise yağışlarla tekrardan yeryüzüne dönebilir. Toprak aracılığıyla bitkilere geçebilir ve bazı kültür bitkilerinde söz konusu kimyasallar toksik düzeyde birikebilir. Bitkisel ürüne uygulamasından sonra toprak yüzeyinde kalan pestisitler, topraktan yıkanarak veya yağmur suyuyla birlikte yüzeyde akarak yeraltı suyuna ve diğer su kaynaklarına karışabilmektedir (Akdoğan ve ark., 2012).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarım üretim alanlarındaki zararlı organizmalardan kaynaklı verim ve kalite kayıpların önlenmesi için uzun yıllar pestisitlerin kullanılması konusunda hiç şüphe yok ki büyük bir potansiyel var. Bununla birlikte pestisitlerin kullanmanın yararlarıyla beraber, özellikle pestisit kalıntılı ürünler tüketilmesiyle zamanla insan vücudunda birikmesi ve çevreye olan olumsuz etkilerinden nedeniyle insanların endişeleri gün geçtikçe artmıştır.

Pestisitlerin doğaya yayılmasının ve canlılar üzerinde olumsuz etkiler oluşturmalarının temel nedeni bilinçsiz ve uygun olmayan koşullarda pestisit kullanımıdır. Pestisitler olmadan yeterli kalitede ve miktarda ürün elde etmek imkânsızdır. Dolayısıyla pestisit kullanımı, dünyada tarımsal üretimi artırmanın yanında kalitesini de yükseltmiştir. Pestisitler, doğru zamanlarda ve tavsiyelere uygun kullanımı koşuluyla; üreticilere büyük kazançlar sağlamakla birlikte üretim sezonunun ve muhafaza zamanında uzamasını sağlamaktadır. Ancak bilindiği gibi pestisitler, hem kullanım hataları hem de, pestisitlerin yapısal özelliklerinden dolayı; insan sağlığını ve çevreyi olumsuz etkilemektedir. Gıdalarda bulunan pestisit kalıntılarının insan ve diğer canlılar tarafından vücuda alınmasıyla oluşan toksik zehirlenme sonucunda insan sağlığı üzerinde kanserojenik, mutajenik veya cilt üzerinde tahriş edici gibi ciddi rahatsızlıklar neden olmaktadır. Bununla birlikte pestisitlerin depolanması ve uygulanması sırasında toprak, su ve havaya karışarak birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Pestisitlerin kontrolsüz kullanım durumunda zararlılarda dayanıklılık oluşumu yanı sıra ürünlerde giderek artan kalıntı sorunu, gıda güvenliğini ve bitkisel bazlı ürünlerin ihracatını olumsuz etkilemektedir. Bu mevcut durumun farkına varmış Dünyada ki gelişmiş ülkeleri ile birlikte Türkiye’de pestisit kullanımının azaltılması ve daha az kalıntı bırakan etken maddesi düşük pestisit kullanılmasına yönelik entegre mücadele (biyoteknolojik ve biyolojik mücadele, organik tarım ve iyi tarım uygulamaları) uygulamaları son zamanlarda teşvik edilmekte ve destek bulunmaktadır. Bu nedenle pestisit kullanırken hem ürünün hastalıklara, zararlılara ve yabancı otlara karşı korumasının, hem de insanlara ve çevreye olan olumsuz etkilerinin eş zamanlı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Sorunun çözümünde, insan, diğer canlılar, canlılar arasındaki doğal denge ve çevre sağlığına etkileri açısından pestisit kullanımında hassasiyet gösterilmesi gerekmektedir. Konuyla ilgili koruyucu tedbirlerin yeterince uygulanması yönünden eğitim-

yayın aktivitelerinin etkili ve yaygın duruma getirilmesi neticesinde üretici bilinç düzeyinin artırılması önemlidir.

KAYNAKÇA

- Akdoğan, A., Divirkli, Ü., Elçi, L., 2012. Pestisitlerin önemi ve ekosisteme etkileri, Akademik Gıda 10(1): 125-132.
- Anonim (2019). Tarım İlacı (Pestisit) Kullanımı. Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü.
- Anonim, 2021a. Pestisitlerin insan ve çevre üzerindeki etkileri [online] TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası <https://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/sube> (28.02.2021).
- Anonim, 2021b. Pestisitler, 850CK0054, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara, 40-41.
- Erdoğan, B., 2010. Samsun’da yaygın olarak kullanılan pestisitlerin sağlığa ve çevreye etkileri, Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi, 19 (B) – 2010 28-35.
- Gül, H., 2017. Türkiye’de kullanılan zirai ilaçların sağlığa etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Nevşehir, 1-17.
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., 1997. Pestisitler, 975-8088-69-6, Ankara, 25-26.
- Kışlalıoğlu, M.ve Berkes, F. 1985, Ekoloji ve Çevre Bilimleri: Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara, 361.
- Özkan, H., 2017. Bazı pestisit ve herbisitlerin kitosan ile adsorpsiyonunun incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 4-6.
- Tiryaki, O., 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri, Erciyes Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26 (2): 154-169.
- Yıldız, M., Gürkan, O., Turgut, C., Kaya, Ü., Ünal, G., 2005. Tarımsal savaşmada kullanılan pestisitlerin yol açtığı çevre sorunları <https://www.zmo.org.tr/> (18.08.2023).

HAYVANCILIK İŞLETME ATIKLARININ ÇEVREYE ETKİLERİ VE EKONOMİYE KAZANDIRILMASI

Ziraat Yüksek Mühendisi Ata Mustafa KARA

Çukurova Üniversitesi, atamustafakara@gmail.com, 0000-0001-8533-3987

Prof.Dr.Dilek BOSTAN BUDAK

Çukurova Üniversitesi, dbostanbudak@gmail.com 0000-0001-6318-698X

ÖZET

Hayvancılık işletmeleri, ekonomik faaliyetlerin önemli bir parçasıdır. Ancak, bu işletmelerin çevreye olan etkisi, özellikle atıkların yönetimi konusunda dikkatli olunması gerekmektedir. Hayvancılık işletme atıkları, genellikle işletmelerde hayvan yetiştiriciliği yapılan alanlarda ortaya çıkan organik ve inorganik atıkları ifade eder. Hayvancılık işletmelerinin atıkları, hayvanların beslenmesi, bakımı, sağlığı ve üretimi sırasında ortaya çıkan katı, sıvı veya gaz halindeki maddelerdir. İşletmelerde atık yönetimi, atıkların toplanması, işlenmesi ve uygun bir şekilde bertaraf edilmesini içerir. Bu süreçler, işletme atıklarının çevreye olumsuz etkilerini en aza indirgeyerek çevre dostu bir yaklaşım teşvik eder. Aksi takdirde, su, hava ve toprak kirliliğine neden olur. Kirliliği azaltabildiği gibi aynı zamanda hayvancılık işletmecilerine maliyet tasarrufu da sağlayabilir, çünkü atıkların geri dönüştürülmesi veya enerji üretimi için kullanılması gibi yöntemlerle ekonomik fayda elde edilebilir. Hayvancılık işletmeleri atıkları, çiftliklerin çevresel etkilerini azaltmak ve sürdürülebilir bir tarımı benimsemek için dikkate alınması gereken önemli bir konudur. Atıkların etkili bir şekilde yönetilmesi, çevre, toprak ve su kaynaklarının korunması açısından önemli bir role sahiptir. Bu çalışmada, hayvancılık işletmelerindeki atıkların çevreye etkileri ve ekonomiye kazandırılması ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler : Hayvancılık, atık, kirlilik,

GİRİŞ

Türkiye’de ve dünyadaki hızlı nüfus artışı hayvansal ürünlere olan talebi büyük oranda artırmaktadır. Söz konusu bu artış dünyada olduğu gibi ülkemizde de hayvancılığı hızlı bir şekilde gelişmeye ve büyümeye zorlamaktadır. Bu hızlı gelişme ve büyüme hayvancılık işletmelerinin atıklarının da gün geçtikçe artmasıyla sonuçlanmaktadır (Tirink, 2021). Hayvancılık işletmeleri, ekonomik faaliyetlerin önemli bir parçasıdır. İnsanların temel protein kaynağı hayvansal üretimden karşılanmaktadır. Et ve süt ürünleri, insanların dengeli beslenmesinde ve sağlıklı bir yaşam sürmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca, hayvancılık küçük aile işletmelerinin devamında etkin bir role sahiptir. Ülke kalkınmasında önemli bir yere sahiptir ancak, hayvancılık işletmelerin çevreye olan etkisi, özellikle atıkların yönetimi dikkatli olunması gereken bir konudur. Hayvancılık işletmelerinin atıkları, hayvanların beslenmesi, bakımı, sağlığı ve üretimi sırasında ortaya çıkan katı, sıvı veya gaz halindeki maddelerdir. Scorecard’da (211) hayvan atığı, belirli bir hayvan türü için yılda üretilen dışkı ve idrarının yon cinsinden ağırlığı olarak tanımlanmaktadır. Himathongkham ve ark. (1999), hayvan atığının genellikle gübre, hayvan dışkısı, idrar ve diğer salgılar, yataklama malzemeleri, israf edilmiş yem, içme veya sifon suyu, kıl, tüy ve toprak içerdiğini belirtmişlerdir.

Hayvancılık işletmelerinde atık yönetimi, çevresel sürdürülebilirlik ve toplum sağlığı açısından önemli bir konudur. Hayvancılık işletmeleri, özellikle büyük ölçektekiler, fazla miktarda atık üretir. Bu atıkları kontrol altında tutmak ve çevresel etkilerini azaltmak için belirli standartlara uyulması gerekmektedir. Teknolojik ilerlemeler, hayvan atığı yönetiminde etkili çözümler sunabilmektedir. Biyogaz tesisleri, hayvan atıklarını enerjiye dönüştürerek çevresel etkilerini azaltabilmekte ve temiz enerji sunabilmektedir. Hayvan atığı yönetimi, sadece işletmelerin sorumluluğunda değildir; aynı zamanda toplumun bilinçli bir şekilde katılımını da gerektirir.

Hayvancılık atıklarının çevresel etkilerinin değerlendirilmesi, çevreyi koruma ve sürdürülebilirlik için önemlidir. Bu, hem toprağın ve suyun kirlenmesini önlemek hem de hava kirliliğini ve sera gazı emisyonlarını azaltmak için gereklidir. Bu durum gerek çevresel gerek se insan sağlığı için önemlidir. Bu çalışmada, atıkların yanlış yönetiminin çevreye verdiği zararlardan ve atıkların değerlendirilme yöntemlerinden bahsedilecektir.

HAYVANSAL ATIKLARIN ÇEVRESEL KİRLİLİĞİ

- 1. Su Kirliliği:** Hayvancılık işletmelerinden kaynaklanan atıklar, genellikle yüksek miktarda azot, fosfor ve organik madde içerir. Bu maddeler, su kaynaklarına sızdığında ciddi su kirliliğine neden olabilir. Ayrıca, bu atıklar patojenler ve ağır metaller gibi zararlı maddeleri de içerebilir. Bu durum, sucul ekosistemlerin dengesini bozabilir ve su kaynaklarının kullanılabilirliğini azaltabilir (Polat ve Olgun, 2009).
- 2. Toprak Kirliliği:** Hayvansal atıklar, toprağın kimyasal yapısını değiştirerek toprak kirliliğine yol açabilir. Aşırı gübreleme, toprağın asitliliğini artırabilir ve toprakta ağır metal birikimine neden olabilir. Bu durum, bitki büyümesini olumsuz etkileyebilir ve toprağın verimliliğini azaltabilir.
- 3. Hava Kirliliği:** Hayvancılık işletmeleri, metan ve amonyak gibi sera gazlarının önemli bir kaynağıdır. Bu gazlar, küresel ısınmaya katkıda bulunur. Ayrıca, hayvancılık atıklarından kaynaklanan kötü koku, hava kalitesini düşürür ve çevrede yaşayan insanlar için rahatsız edici olabilir (Özek, 1994).

HAYVANSAL ATIKLARI DEĞERLENDİRME

Hayvancılık atıkları, çevreye büyük zararlar verebilecekleri gibi, uygun şekilde yönetilir ve işlenirlerse, ekonomik değer taşıyan ürünlere dönüştürülebilirler. Bu atıkların yönetimi ve çevresel etkilerinin azaltılması sürdürülebilir bir hayvancılık sektörü için hayati öneme sahiptir. Hayvancılık atıklarının değerlendirilerek ekonomiye kazandırılması için birçok yöntem vardır. Bu yöntemlerin en yaygın olarak kullanılanları:

A. Kompostlaştırma

Hayvancılık atıkları, organik maddeler açısından zengin olduğu için kompost yapımında kullanılabilir. Kompost, toprağın yapısını iyileştirir, su tutma kapasitesini artırır ve bitkilerin besin maddelerini daha etkili bir şekilde almasını sağlar. Ayrıca, kompostlaştırma süreci sırasında serbest bırakılan karbondioksit, sera gazı emisyonlarını azaltmaya yardımcı olur (Bayındır ve Turan, 2021). Hayvansal atıkların kompostlaştırılması, organik atıkların çevreye zarar vermeden değerlendirilmesi için etkili bir yöntemdir. Bu süreç, hayvansal atıkların

mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılmasını ve sonunda bitkiler tarafından kullanılabilen besin maddelerine dönüştürülmesini içerir. Kompostlaştırma süreci, genellikle bakteriler ve mantarlar gibi mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilir. Bu mikroorganizmalar, hayvansal atıkları ayrıştırır ve bunları bitkilerin kullanabileceği besin maddelerine dönüştürür. Bu süreç sırasında, atıklar yüksek sıcaklıklara ulaşır, bu da patojenlerin ve zararlı organizmaların ölmesine neden olur.

B. Biyogaz Üretimi

Biyogaz, metan, karbondioksit ve diğer gazların karışımıdır ve genellikle hayvansal atıkların anaerobik (oksijensiz) fermantasyonu sonucu üretilir ve ısıtma, pişirme ve elektrik üretimi gibi çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Hayvansal atıklar, biyogaz üretimi için önemli bir kaynaktır. Biyogaz üretim süreci, genellikle bir biyogaz reaktöründe gerçekleşir. Bu reaktör, hayvansal atıkları metana dönüştüren mikroorganizmaları içerir. Bu süreç sırasında, atıklar yüksek sıcaklıklara ulaşır, bu da patojenlerin ve zararlı organizmaların ölmesine neden olur (Alçıçek ve Demirulus, 1994).

C. Hayvan Yemi Olarak Kullanım

Hayvansal atıklar hayvan yemi olarak kullanılabilir ancak, bu süreç dikkatli bir şekilde yönetilmeli ve belirli standartlara uyulmalıdır. Hayvansal atıkların hayvan yemi olarak kullanılabilmesi için öncelikle işlenmesi gerekmektedir. Bu genellikle atıkların sterilize edilmesi, kurutulması ve öğütülmesi aşamalarını içerir. Bu işlem, atıkları güvenli ve besleyici bir yem haline getirir. Hayvansal atıkların hayvan yemi olarak kullanılması, belirli güvenlik standartlarına tabidir. Bu, hayvan sağlığını korumak ve hastalıkların yayılmasını önlemek için önemlidir. Örneğin, bazı hayvansal atıklar BSE (Delilik Hastalığı) gibi hastalıkları yayabilir ve bu nedenle yem olarak kullanılmamalıdır.

D. Toprak Düzenleyici Olarak Kullanım

Hayvancılık atıkları, genellikle hayvan dışkısı ve yem artıklarından oluşur. Bu atıklar, yüksek miktarda organik madde ve besin içerir. Bu nedenle, bu atıkların toprak düzenleyici olarak kullanılması, toprağın organik madde ve besin içeriğini artırabilir. Hayvancılık atıklarının toprak düzenleyici olarak kullanılması, toprağın su tutma kapasitesini ve hava alabilirliğini artırabilir. Bu, bitkilerin büyümesini ve verimliliğini artırabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Artan temiz su talebi, tarımsal faaliyetlerin hem ulusal hem de uluslararası düzeyde su kalitesinin düşüşüne katkıda bulunmamasını sağlamak için tarım giderek artan bir baskı altındadır. Hayvan atıklarının düzensiz bir şekilde atılması, özellikle çiftlik çevresinde, hem insanların hem de hayvanların sağlıklı yaşaması ve toprakların artan verimlilik için sürdürülebilir üretim kullanımı açısından teşvik edilmemesi gerekir. Hayvancılık işletmelerinin atıklarının çevresel etkilerinin değerlendirilmesi ve ekonomiye kazandırılması, hem çevresel sorunları azaltabilir hem de ekonomik faydalar sağlayabilir. Bu türden atıkların biyogaz ve gübre olarak kullanılması söz konusudur. Böylelikle, toprağın verimliliğini artırabilir, enerji güvenliğini artırabilir ve fosil yakıtların kullanımını azaltabilir. Ancak, bu uygulamanın başarılı olması için atıkların doğru şekilde yönetilmesi ve uygulanması önemlidir. Kirlilik yaratmadan bertaraf edilmesi küresel ısınmanın da azalmasına katkı sağlayacaktır.

Üreticilere, hayvancılık atıklarının doğru şekilde yönetilmesi ve uygulanması konusunda eğitim ve yayım hizmeti sunulmalıdır. Üreticilere, hayvan yetiştiricilerine ve halka yönelik düzenlenen eğitim programları, bu konuda farkındalığı artırabilir ve doğru uygulamaların yaygınlaşmasına katkı sağlayabilir. Kendisi değerlendirecek üreticilere ilk yatırım maliyetleri için maddi ve teknik destek sağlanmalıdır. Atıkların toplanması, taşınması ve biyogaz teknolojisinin seçimi konusunda destek sağlanmalı, ayrıca fizibilite raporları oluşturulmalıdır.

Hayvancılık işletmelerinde gübre yönetiminin etkin bir şekilde yapılabilmesi için gübre depolarının oluşturulması için destekler ve eğitimler verilmelidir. Su kaynaklarının hayvansal atıklardan dolayı kirlenmesini önleyebilmek için gübrelerin su kaynaklarının yakınında bekletilmesi önlenmelidir.

KAYNAKLAR

- Alçiçek, A., Demirulus, H., 1994. Çiftlik Gübrelerinin Biyogaz Teknolojisinde Kullanılması. Ekoloji Çevre Dergisi. Sayı:13, 5-9S
- Bayındır, Y., Turan, N.G. 2021. Büyükbaş Hayvan Atıkları ile Meyve Sebze Atıklarının Kompostlaştırılması Üzerine Nem İçeriğinin Etkisi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 11(1), 289-296S
- Himathongkham, S., Bahari, S., Riemann, H., Cliver, D., Survival of Escherichia coli O157:H7 and Salmonella typhimurium in cow manure and cow manure slurry. FEMS Microbiology Letters, 178 (2), 251-257 (1999). PII: S0378 - 1097 (99) 00364 - (6) (PDF) *Animal Waste: Opportunities and Challenges*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/312528380_Animal_Waste_Opportunities_and_Challenges#fullTextFileContent
- Özek, E. 1994. Tarımdan Kaynaklanan Çevre Kirlenmesi ve Simülasyon Çalışmaları. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni ABD, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 79 s.
- Polat, H.E. ve Olgun, M. 2009 Hayvancılık İşletmelerindeki Atık Yönetimi Uygulamalarının Su Kirliliği Üzerine Etkileri GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(2), 71-80S
- Scorecard, Definitions of Animal Waste Categories. Scorecard, the pollution information site. http://scorecard.goodguide.com/env-releases/def/aw_wastes.html (2011)
- (6) (PDF) *Animal Waste: Opportunities and Challenges*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/312528380_Animal_Waste_Opportunities_and_Challenges#fullTextFileContent
- Tirink, S. (2021). Iğdır İli ve İlçelerindeki Hayvansal Atıkların Çevresel Etkileri ve Yayılı Kirlenici Yükü Hesabı. Black Sea Journal of Engineering and Science, 4(2), 43-50.

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ HAYVANCILIKTA ÖNEMİ

Ziraat Yüksek Mühendis Muhittin ÜNAL

Çukurova Üniversitesi, muhtittin.unl@gmail.com 0000-0002-3945-489X

Prof.Dr.Dilek BOSTAN BUDAK

Çukurova Üniversitesi, dbostanbudak@gmail.com 0000-0001-6318-698X

ÖZET

Enerji tüketimde önemli bir yeri olan hayvancılık, tarım sektörünün vazgeçilmez bir parçasıdır. Fosil yakıtlardan kaynaklanan çevresel etkilerin ve kaynakların sınırlılıklarının giderek artmasıyla birlikte, yenilenebilir enerji kaynakları, özellikle hayvancılık sektörüne çeşitli avantajlar sunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtların aksine çevreye zarar vermeden, sınırsız ve ucuz bir şekilde enerji sağlayan kaynaklardır. Bu kaynaklardan bazıları güneş, rüzgar, jeotermal, biyogaz ve dalga enerjisidir. Hayvancılıkta enerji ihtiyacı, hayvanların beslenmesi, barınması, sağlığı, ısıtma, soğutma, sulama, aydınlatma, ürün işleme ve nakliye gibi pek çok alanda ortaya çıkmaktadır. Güneş panellerinin hayvancılık işletme binalarının çatılarına veya açık arazilere kurularak kendi elektriğini üreterek kendi ihtiyacını karşılama olanağı sunar. Özellikle büyük işletmelerde ortaya çıkan hayvan atıkları, biyogaz üretimi için ana hammadde olarak kullanılabilir ve bu sayede sıcak su üretimi, ısıtma sistemleri veya elektrik üretimi için kullanılabilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının hayvancılık faaliyetlerinde kullanımı, işletmelerin daha sürdürülebilir ve çevre dostu olmasına olanak sağladığı gibi, enerji güvenilirliğini artırabilir ve sektöre ekonomik fayda sağlar. Bu çalışmada ilk yatırım maliyetlerinin yüksek ancak sürdürülebilir enerji olan yenilenebilir enerji kaynaklarının hayvancılık işletmelerinde kullanımından ve öneminden bahsedilecektir.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, biyogaz, sürdürülebilirlik, çevre

GİRİŞ

Hayvancılık, insanlık tarihi boyunca temel bir geçim kaynağı olmuş ve toplumların gelişimine önemli katkılarda bulunmuştur. Türkiye gibi birçok ülkede hayvancılık, ekonominin temel sektörlerinden biri olarak büyük bir rol oynamaktadır. Hayvancılık ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarda birçok açıdan değerlendirilebilir. Ekonomik olarak değerlendirildiğinde, hayvancılık birçok kişiye istihdam sağlar, ürünlerin ticaretiyle ülkenin dış ticaretine katkı sağlar. Sosyal açıdan, kırsal bölgelerde yaşayan insanların refah düzeyine katkı sağlar ve aile işletmeciliğinin temelini oluşturur. Ayrıca belirli hayvan türleri ve yetiştirme yöntemleri geleneksel kültürün korunmasına katkı sağlar. Çevre açısından ise doğal kaynakların korunmasına yardımcı olabilir. Ancak aşırı otlatma, su kaynaklarının aşırı kullanımı ve hayvan atıklarının yönetimindeki sorunlar gibi konular göz önüne alındığında, bu sektörün çevresel etkileri önemlidir. Bilinçli hayvancılık uygulamalarıyla, biyolojik çeşitliliği koruma, toprak erozyonunu önleme ve su kaynaklarını sürdürülebilir bir şekilde kullanabilmek mümkündür.

Ancak hayvancılık sektörü, enerji tüketiminin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu enerji genellikle fosil yakıtlardan elde edilmekte ve bu da çevresel sorunlara yol açabilmektedir. Artan enerji maliyetleri, iklim değişikliği, enerji güvenliği gibi sorunlar sürdürülebilir enerji kaynaklarına ihtiyacı daha da artırmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtların aksine çevreye zarar vermeden, sınırsız ve ucuz bir şekilde enerji sağlayan kaynaklardır. Bu kaynaklar arasında güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerji, jeotermal enerji, biokütle enerjisi, hidrojen enerjisi, dalga enerjisi ve gelgit enerjisi sayılabilir (Budak ve ark., 2015). Doğal kaynaklardan elde edilen bu enerji türleri, sürdürülebilir bir gelecek için hayati öneme sahiptir (Öztürk, 2021). Yenilenebilir enerji kaynaklarının hayvancılıkta kullanımı, hem çevresel hem de ekonomik faydalar sağlar. Bu kaynaklar, çiftliklerin enerji ihtiyaçlarını karşılamak için sürdürülebilir bir yol sunar ve aynı zamanda enerji maliyetlerini azaltabilir. Ancak, biyokütle ve biyoyakıt ise, su kirliliği, toprak erozyonu, hava kirliliği, gıda güvenliği gibi sorunlara neden olabilir (Ondraczek, 2014) bu nedenle atık yönetimi dikkatli yapılmalıdır.

Hayvancılık iklim değişikliğinin hem nedeni hem de sonucu olabilmektedir. Başka bir deyişle hayvansal üretim iklim değişikliğinden olumsuz etkilenmekte aynı zamanda iklim değişikliğine olumsuz katkılarda bulunabilmektedir (Acıbuca ve Budak, 2022). Bu yenilenebilir enerji kaynaklarının hayvancılık faaliyetlerinde kullanımı avantajları ve dezavantajları ile birlikte ele alınmıştır.

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE HAYVANCILIK

Hayvancılık, tarım sektörünün önemli bir parçasıdır. Hayvancılıkta enerji ihtiyacı, hayvanların beslenmesi, barınması, sağlığı, ısıtma, soğutma, sulama, aydınlatma, ürün işleme ve nakliye gibi pek çok alanda ortaya çıkmaktadır. Bu enerji ihtiyacının karşılanması için geleneksel enerji kaynakları kullanıldığında, hem maliyetler ve dışa bağımlılık, artmakta hem de çevre kirliliği oluşmaktadır. Bu nedenle, hayvancılıkta yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, gerek ekonomik gerekse çevre kirliliği ve iklim değişikliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, hayvancılık işletmeleri için en yaygın yenilenebilir enerji kaynağıdır. Güneş panelleri, çatılara veya açık alanlara monte edilebilir ve elektrik üretmek için güneş ışığını kullanabilir. Bu elektrik, ile bir çok işlem, aydınlatma, soğutma, ısıtma, su pompalarını çalıştırma gibi, içim kullanılabilir (Taktak, ve Mehmet, 2018). Çatılara yerleştirilen güneş panelleri ayrıca bir yer teşkil etmeyeceğinden yer tasarrufu açısından önemli alanlardır. Kullanılmayan atıl alanlar panel yerleştirilmek suretiyle verimli alanlar haline getirilebilir (Orhan ve Şahin, 2022).

Rüzgar Enerjisi

İlk yatırım maliyeti yüksek, kapasite faktörlerinin düşük olması enerji üretimi değişkenlik göstermesi, dezavantajları olsa da, bol miktarda serbest olarak bulunması önemli bir temiz enerji kaynağıdır (Ürün ve Soyu, 2016). Rüzgar enerjisi, özellikle rüzgarlı bölgelerde bulunan çiftlikler için alternatif yenilenebilir enerji kaynağıdır. Rüzgar türbinleri, rüzgar enerjisini elektriğe dönüştürür ve bu elektrik çiftlik işlerinde kullanılabilir (Eker ve Vardar, 2004). Rüzgar tribünleri açık tarım arazilerine kurulabilir.

Biyogaz

Hayvancılık işletmeleri, hayvan atıklarını biyogaz üretiminde kullanabilir. Biyogaz, organik atıkların mikroorganizmalar tarafından çürütülmesi sonucu oluşan ve enerji üretiminde kullanılabilen bir gazdır. Biyogazın başlıca bileşenleri metan (CH₄) ve karbondioksit(CO₂)’dir. Biyogaz, doğal gaz gibi ısıtma, aydınlatma ve elektrik üretimi gibi amaçlarla kullanılabilir (Ondraczek, 2014).

Hayvan atıklarından biyogaz üretimi için kullanılan yöntem anaerobik fermantasyon olarak adlandırılır. Bu yöntemde, hayvan atıkları özel bir ekipman olan biyogaz reaktörüne verilir. Reaktörde, oksijensiz ortamda mikroorganizmalar hayvan atıklarını parçalar ve biyogaz üretir. Biyogaz, reaktörden alınarak depolanır veya kullanılır. Reaktörden çıkan atık ise arıtılarak gübre olarak değerlendirilir (Şenol ve ark. 2017). Hayvan atıklarından biyogaz üretimi için kullanılan biyogaz reaktörleri çeşitli tiplerde olabilir. Bu tipler arasında sabit film reaktörü, tam karışımli reaktör, sürekli akışlı reaktör, kesikli akışlı reaktör, iki aşamalı reaktör gibi seçenekler bulunmaktadır (Myinta ve ark., 2007). Bu reaktörlerin tasarımı, işletimi ve performansı, hayvan atıklarının özellikleri, reaktörün hacmi, sıcaklığı, pH’ı, karıştırma derecesi, hidrolik bekletme süresi, organik yük, mikroorganizma türü gibi faktörlere bağlıdır (Dağ. 2014).

Hidroelektrik

Bazı coğrafi konumlarda, hayvancılık sistemlerine hidroelektrik entegre edilebilir. Su değirmenleri veya türbinler, akan suyun enerjisini kullanarak elektrik üretebilir, güvenilir ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı sunar. Hidroelektrik enerji, tarım arazisinin içinden akan nehir veya dere bulunan bölgelerde özellikle önemlidir. Ancak hidroelektrik santrallerinin yapımı sırasında kesilen ağaçlar erozyon ve toprak kayması riskini artırabilir. Bazı hidroelektrik santralleri nehirlerdeki suları çok uzaklara taşımakta ve bu sudan faydalanan hayvanların çok uzun mesafeler kat etmesi gerekmektedir.

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ AVANTAJLARI

Yenilenebilir enerji kaynaklarının hayvancılıkta kullanımı, aşağıda belirtilen avantajları sağlamaktadır (Çağlayan ve Ertekin, 2012);

- Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlara göre daha ucuz ve daha kolay ulaşılabilir kaynaklardır. Bu sayede, hayvancılıkta enerji maliyetleri azaltılabilir ve karlılık artırılabilir.
- Yenilenebilir enerji kaynakları, çevreye zararlı sera gazı emisyonları üretmezler. Bu sayede, hayvancılıkta çevre kirliliği önlenir, hayvanların sağlığı korunur ve iklim değişikliğini hafifletir.
- Yenilenebilir enerji kaynakları, yerel ve yenilenebilir kaynaklardır. Hayvancılıkta enerjide dışa bağımlılığı azaltır.
- Atık ürünleri enerji üretimi için maksimum düzeyde kullanır. Kaynak yönetimi ve hayvan yetiştirme verimliliğini artırır.
- Yenilenebilir enerji kaynakları, sürdürülebilir bir enerji sistemidir. Bu sayede, hayvancılıkta gelecek nesillere temiz ve güvenli bir enerji kaynağı bırakılır.

Hayvancılıkta yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmanın bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar arasında şunlar sayılabilir (Doğan, 2015):

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının bulunduğu bölgelerin coğrafi koşulları, iklimi, mevsimselliği ve güvenilirliği enerji üretimini etkileyebilir.

- Yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak için yüksek başlangıç maliyetleri, teknik bilgi, ekipman ve bakım gerekebilir.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak, hayvanların sağlığı, davranışı, verimi ve refahı üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak, çevresel sorunlara yol açabilir. Örneğin, güneş panelleri, arazi kullanımı, görsel kirlilik, biyolojik çeşitlilik kaybı gibi sorunlara neden olabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Hayvancılık, insanlığın varoluşundan bu yana gıda, giyim ve diğer birçok ihtiyacı karşılamak için kullanılan önemli bir faaliyettir. Türkiye gibi bir çok ülkede hayvancılık sadece ekonomik bir faaliyet değil, aynı zamanda kültürel ve sosyal bir öneme sahiptir. Dünya genelinde enerji talebi artmaktadır. Aynı şekilde hayvancılık faaliyetleri de önemli bir enerji talebi olan sektördür. Son yıllardaki teknolojik gelişmeler, hayvan sağlığını izleme, üretkenliğini artırma ve çevresel etkilerini azaltma konusunda yeni imkanlar sunmaktadır. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarının hayvancılıkta kullanımı, hayvancılık sektörünün geleceği için bir fırsattır. Bu kaynaklar, hayvancılık işletmelerinin rekabet gücünü artırır, yenilikçi teknolojileri teşvik eder ve sürdürülebilir bir gelişme sağlar. İklim değişikliğinin etkilerini de azaltabilme şansına sahip olur.

Hayvancılıkta yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, gerek üreticiler gerekse toplum için önemlidir. Sürdürülebilir temiz bir gelecek imkanı sunan yenilenebilir enerjilerin benimsenmesi ve yaygınlaşması için eğitim ve yayım faaliyetlerinin artırılması gerekmektedir. Kitle iletişim araçlarının da etkin kullanımı ile yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artırılabilir. Ancak ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması devlet tarafından bu kaynakları kullanacak üreticilere destekler sunulması anlamına gelmektedir. Gerek kaynakların kullanımı gerekse çevre kirliliğini azaltma yönünde hazırlanan yönetmeliklere uyulması ve uymayanlara yaptırımların uygulanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Acıbuca, V., Budak, D.B. 2022. Koçerler ve iklim değişikliğine etkileri. 8. Uluslararası Erciyes Bilimsel Araştırmalar Kongresi, Kayseri.
- Anonim, 2021b, European Commission, Photovoltaic Geographical Information System [Online]. Erişim tarihi: 26.09.2021, http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.htm,
- Bazilian, M., Onyeji, I., Liebreich, M., MacGill, I., Chase, J., Shah, J., Gielen, D., Arent, D., Landfear, D. ve Zhengrong, S. 2013. Re-considering the economics of photovoltaic power, Renewable Energy, 53, 329-338.
- Budak, D.B., Zaimoğlu, Z., Budak, F. 2015. Renewable energy resources and their importance in rural areas in Turkey. Global Journal of Agricultural Innovation, Research and Development. 2 (2).
- Çağlayan N., Ertekin C., 2012. Güneş Enerjili Elektrik Güç Sistemlerinin Tarımsal Alanlardaki Uygulamaları Üzerine Bir Fizibilite Çalışması: Tavuk Çiftliği Uygulaması. 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi. Samsun, Türkiye: ss.100-108.

- Doğan, M. 2015. Yenilenebilir enerjide tarımın rolü. Adnan Menderes Üniversitesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Basılmamış Lisans Tezi, Aydın.
- Güler, S. 2014. Orta ölçekli hayvancılık işletmelerinde yenilenebilir enerji kullanım olanakları ve örnek bir uygulama, Namık Kemal Üniversitesi.
- Eker, B. ve Vardar, A. 2004. Küçük Rüzgar Türbinlerinin Tarımsal İşletmelerde Kullanılabilme Olanakları, V. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu.
- Myinta M, Nirmalakhandanb N, Speece RE. 2007. Anaerobic Fermentation Of Cattle Manure: Modeling Of Hydrolysis And Acidogenesis. Water Research, 4: 323–32.
- Ondraczek, J. 2014. Are we there yet? Improving solar PV economics and power planning in developing countries: The case of Kenya, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 30, 604-615.
- Orhan, N., ve Şahin, S. (2022). Bir Besi Çiftliğinde Güneş Enerji Sisteminin Uygulanması ve Ekonomik Analizi. Türk Tarım Ve Doğa Bilimleri Dergisi, 9(1), 33-40. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1013347>
- Öztürk, H. H., 2021. Gıda Tedarik Zincirinde Enerji Tüketimi: Enerji Verimliliği ve Yenilenebilir Enerji Uygulamaları. Beau Bassin-Rose Hill: LAMBERT Academic Publishing.
- Şenol, H., Elibol, E. A., Açikel, Ü., ve Şenol, M., “Biyogaz Üretimi İçin Ankara’nın Başlıca Organik Atık Kaynakları”, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, c. 6, sy. 2, ss. 15–28, 2017, doi: 10.17798/bitlisfen.339261.
- Taktak, F. ve Mehmet, I. 2018. Güneş Enerji Santrali (GES) Geliştirme: Uşak Örneği, Geomatik, 3 (1), 1-21.
- Ürün, E., ve Soyu, E. 2016. Türkiye’nin Enerji Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üzerine Bir Değerlendirme. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 31-45.
- Yetişemeyen, A. 1985. Süt Fabrikalarında Enerji Gereksinimi ve Verimli Kullanımı. Gıda, 10(4).

MACAR FİĞİ (*Vicia pannonica* Crantz) VE ARPA (*Hordeum vulgare* L.) KARIŞIM ORANLARININ BAZI SİLAJ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Doç. Dr. Mehmet Arif ÖZYAZICI

Siirt Üniversitesi, arifozyazici@siirt.edu.tr, orcid.org/0000-0001-8709-4633

Dr. Öğr. Üyesi Semih AÇIKBAŞ

Siirt Üniversitesi, semihacikbas@siirt.edu.tr, orcid.org/0000-0003-4384-3908

ÖZET

Bu çalışma, Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz) ile arpa (*Hordeum vulgare* L.) karışımlarının silaj kalitesinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada silaj materyali olarak Macar fiğinin “Anadolu Pembesi-2002”, arpanın “Finola” çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada, bitkiler; 2022-2023 vejetasyon döneminde Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Uygulama Arazisi’nde kışlık olarak yetiştirilmiştir. Çalışmada; % 100 Macar fiği (M), % 100 arpa (A), % 25 M + % 75 A, % 50 M + % 50 A ve % 75 M + % 25 A karışım oranları araştırma konusunu oluşturmuştur. Silaj için arpa süt olum başlangıcında, Macar fiği tam çiçeklenme döneminde biçilmiştir. Hasadı yapılan bitkiler bir süre (5-6 saat) gölge ortamda soldurulmuş ve bu işlemten sonra tüm bitki materyalleri 1-2 cm büyüklüğünde satır yardımıyla el ile parçalanarak silaj için hazır hale getirilmiştir. Parçalanmış bitki materyalleri, araştırmada ele alınan silaj konularına göre 1 litrelik cam kavanozlara doldurulmuş ve 45 gün süreyle 25±2 °C’de fermantasyona bırakılmıştır. Silajlar her bir konu için üç tekerrürlü olarak hazırlanmıştır. Fermantasyon sonunda silaj örneklerinde; fiziksel özellikler (koku, strüktür ve renk) ile kuru madde (KM) ve pH analizleri yapılmış; ayrıca, silajların toplam fiziksel puanı (DLG) ve Fleig puanı hesaplanarak silaj kalite sınıfları belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, silajlar fiziksel özellikleri yönünden incelendiğinde; en yüksek puanı 20.0 ile % 25 M + % 75 A silajından elde edilirken, en düşük puan ise 14.3 ile % 100 Macar fiği silajından elde edilmiştir. Elde edilen silajların pH değeri 4.43-4.91, KM oranı % 28.09-34.75 ve Fleig puanı 64.9-96.2 arasında değişim göstermiştir. Fleig puanı yönünden silajların kalite sınıfları “iyi” ile “çok iyi” arasında bulunmuştur. İncelenen tüm parametreler açısından % 25 Macar fiği + % 75 arpa karışımının ön plana çıktığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Silaj, Macar Fiği, Arpa, Fiziksel Özellik, Fleig Puanı

EFFECT OF HUNGARY VETCH (*Vicia pannonica* Crantz) AND BARLEY (*Hordeum vulgare* L.) MIXTURE RATIOS ON SOME SILAGE PROPERTIES

ABSTRACT

This study was carried out to determine the silage quality of Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz) and barley (*Hordeum vulgare* L.) mixtures. In the study, Hungarian vetch "Anadolu Pembesi-2002" variety and barley "Finola" variety were used as silage material. In the research, plants; it was grown as a winter crop in the Research and Application Land of Siirt University Faculty of Agriculture during the 2022-2023 vegetation period. In the study; the subject of the

research was the mixture ratios of 100% Hungarian vetch (H), 100% barley (B), 25% H + 75% B, 50% H + 50% B and 75% H + 25% B. For silage, barley was harvested at the beginning of milk maturity and Hungarian vetch was harvested at full bloom. The harvested plants were withered in the shade for a while (5-6 hours), and after this process, all plant materials were shredded manually with a 1-2 cm sized cleaver and made ready for silage. Shredded plant materials were filled into 1-liter glass jars according to the silage topics discussed in the research and left to ferment at 25 ± 2 °C for 45 days. Silages were prepared in three replicates for each subject. In silage samples at the end of fermentation; physical properties (odor, structure and color) as well as dry matter (DM) and pH were analyzed; additionally, silage quality classes were determined by calculating the total physical score (DLG) and Fleig score of the silages. As a result of the research, when silages were examined in terms of their physical properties; the highest score was obtained from 25% H + 75% B silage with 20.0, while the lowest score was obtained from 100% Hungarian vetch silage with 14.3. The pH value of the silages obtained varied between 4.43-4.91, the DM ratio between 28.09-34.75% and the Fleig score between 64.9-96.2. The quality classes of the silages in terms of Fleig score were found to be between “good” and “very good”. It was concluded that the mixture of 25% Hungarian vetch + 75% barley came to the fore in terms of all parameters examined.

Keywords: Silage, Hungarian Vetch, Barley, Physical Property, Fleig Score

1. GİRİŞ

Silaj, iklim koşulları dikkate alındığında, taze yemlerin minimum kayıpla muhafaza edilmesi için en iyi yöntemdir (Yitbarek ve Tamir, 2014). Silaj kalitesi ve besin değeri çok sayıda biyolojik ve teknolojik faktörden etkilenir; bu anlamda, uygun silaj teknikleri kullanıldığında, silaj yüksek bir besin değerine ve hijyenik kaliteye sahip olur (Sarıçiçek ve Kiliç, 2009). Kaliteli bir silaj genellikle fermantasyon koşulları ile ilgilidir. Silaj fermantasyonu çeşitli faktörlerden etkilenen dinamik bir süreçtir. Haigh (1988), fermantasyonu etkileyen faktörlerin arasında; yem solma derecesi, kesme uzunluğu, silolama teknolojisi türü ve kullanılan katkı maddesi miktarı gibi unsurların yer aldığını bildirmiştir. Bunun yanı sıra, yetiştirilen ürünlerin karışım halinde silajının yapılması ve karışım silajlarında karışıma giren türler ile karışım oranı, silaj kalitesini ve dolayısıyla elde edilen silaj kaba yeminin kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Uygun türler ve karışım oranları, fermantasyon sürecini, silaj kayıplarını, aerobik stabiliteyi, silajın kalitesini ve besleyici değerini iyileştirebilir. Bu anlamda genellikle baklagil yem bitkileri ile buğdaygillerin karışım halinde silajları günümüzde üzerinde en çok çalışılan silaj üretim teknikleri içerisinde yer almaktadır. Yüksek protein oranı ve sekonder metabolit içeriği ile baklagiller, silaj kalitesini ve geviş getiren hayvanlarda sindirim süreçlerini iyileştirebilecek özelliklere sahiptir.

Önemli bir fiğ türü olan Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz), çeşitli buğdaygil yem bitkileri ve tahıllarla silaj karışımlarında rahatlıkla kullanılma potansiyeli bulunmaktadır. Ana gen kaynağı Gürcistan, ikinci gen kaynağı ise Macaristan olan Macar fiği, Güney ve Orta Avrupa'dan Kafkasya ve Batı Asya'ya kadar uzanan alanda doğal olarak yayılış göstermektedir (Açıkgöz, 2021). Türkiye'de Macar fiği, kurağa ve soğuğa dayanımının yüksek olması nedeniyle genel olarak karasal iklim kuşağında ekimi yaygın olarak yapılmaktadır (Açıkgöz,

2021). Yüksek ot verimi ve besleme değerine sahip olan Macar fiği aynı zamanda, tek yıllık olmasına da bağlı olarak hem ekim nöbeti sistemlerinin hem de karışık ekim sistemlerinin önemli bileşenidir.

Bu çalışmanın amacı, Macar fiği (*V. pannonica* Crantz)'nin tek başına ve arpa (*Hordeum vulgare* L.) ile farklı oranlarda karışım halinde silolanmasının bazı silaj kalitesi özelliklerine etkilerini araştırmaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada, silaj materyallerine ait bitkiler; 2022-2023 vejetasyon döneminde Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Uygulama Arazisi'nde kışlık olarak yetiştirilmiştir. Çalışmada Macar fiğinin “Anadolu Pembesi-2002” ve arpanın “Finola” çeşidi bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Macar fiği ve arpa bitkilerinin vejetasyon döneminde (Kasım 2022-Mayıs 2023) ortalama sıcaklık değeri 10.7 °C ve toplam yağış miktarı 346.4 mm olarak kaydedilmiştir (Anonim, 2023). Bitkilerin yetiştirildiği topraklar killi-tın tekstürlü, tuzsuz, nötr karakterde ve az kireçli olup; organik madde kapsamı “çok az”, alınabilir fosfor “az” ve alınabilir potasyum içeriği ise “fazla” düzeydedir.

Macar fiği 25 cm sıra arası mesafede ve 4 sıra olacak şekilde, 8 kg/da ekim normu ile ekilmiş olup (Anonim, 2001); parsel büyüklüğü, 1.0x2= 2.0 m²'dir. Ekim öncesi toprak analiz sonuçlarına göre, her parselde homojen olacak şekilde, 4 kg/da saf azot (N) (Üre, % 46 N) ve 4 kg P₂O₅/da fosfor (P) (Triple süper fosfat, % 43-44 P₂O₅) gübreleri uygulanmıştır. Arpa bitkisi ise 20 cm sıra arası mesafede ve 6 sıra olacak şekilde, 400 adet/m² ekim normu ile ekilmiş olup (Anonim, 2022); parsel büyüklüğü, 1.2x2= 2.4 m²'dir. Arpaya ekim öncesi toprak analiz sonuçlarına göre, her parselde homojen olacak şekilde, toplam 16 kg saf N hesabıyla; taban gübresi olarak di amonyum fosfat (DAP, % 18-46-0), üst gübre olarak ise amonyum nitrat (% 33 N) gübresi verilmiştir.

Araştırmada, % 100 Macar fiği (M), % 100 arpa (A), % 25 M + % 75 A, % 50 M + % 50 A ve % 75 M + % 25 A karışım oranları araştırma konusunu oluşturmuştur.

Silaj için bitkilerin hasadında arpanın hasat zamanı olan süt olum başlangıcı dönemi baz alınmıştır. Bu dönemde Macar fiği tam çiçeklenme devresinde biçilmiştir. Hasadı yapılan bitkiler bir süre (5-6 saat) gölge ortamda soldurulmuş ve bu işlemten sonra tüm bitki materyalleri 1-2 cm'lik boyutlarda satır yardımıyla el ile kıyılmıştır. Parçalanmış bitki materyalleri, araştırmada ele alınan karışım oranlarına göre 1 litrelik cam kavanozlara sıkıştırılarak konulmuş, kavanozların ağzı hava almayacak şekilde sıkıca kapatılmış ve kavanoz kapaklarından uygun sayıda delikler açılarak 1-2 gün süreyle kavanozlar ters bekletilerek fazla suyun süzülmesi sağlanmıştır. Daha sonra açılan delikler bant yardımıyla sıkıca kapatılarak kavanozlar karanlık ortamda oda sıcaklığında (25±2 °C'de) 45 gün süreyle (Comberg, 1974) fermentasyona bırakılmıştır. Çalışmada, her bir silaj karışım oranı 3 tekerrürlü olarak hazırlanmıştır.

Mayalanma işlemi tamamlandıktan sonra olgunlaşan silaj kavanozları açılarak, ağız seviyesinden 3-4 cm'lik kısım atıldıktan sonra geriye kalan silaj örneklerinde koku, dış görünüş (strüktür) ve renk gibi fiziksel analizler ile pH ve kuru madde (KM) analizleri yapılmıştır. Fiziksel analizlerin değerlendirilmesinde Alman Tarım Örgütü (Deutsche Landwirtschafts-

Gesellschaft, DLG) tarafından geliştirilen Çizelge 1’deki puanlama yöntemi esas alınmıştır (Akyıldız, 1984; Anonymous, 1987; Ergün ve ark., 2013).

Çizelge 1. DLG tarafından geliştirilen fiziksel değerlendirme anahtarı

1. Koku	Puan
Tereyağı asidi kokusu yok, hafif ekşimsi, meyvamsı ve aromatik koku	14
Az miktarda tereyağı asidi, kuvvetli ekşi koku ve hafif kızışma	8
Orta derecede tereyağı asidi kokusu, kuvvetli kızışma-küf kokusu	4
Kuvvetli tereyağı asidi veya amonyak kokusu, çok hafif ekşi koku	2
Kuvvetli çürük, amonyak veya küf kokusu	0
2. Dış görünüş (Strüktür)	
Yaprak ve saplarının yapısı bozulmamış	4
Yaprakların yapısı biraz bozulmuş	2
Yaprak ve sapların yapısı bozulmuş, küflü ve kirli	1
Yaprak ve sap çürümüş	0
3. Renk	
Silolandiği andaki rengini koruyor (soldurulmuş silajda kahverengi)	2
Renk çok az değişmiş (sarıdan kahverengiye)	1
Renk tamamen değişmiş (küf yeşili)	0

Silajların fiziksel özelliklerine göre silaj kalitesinin belirlenmesinde; koku, strüktür ve renk puanları toplamından elde edilen toplam fiziksel puan (DLG puanı, 0-20 puan)’a göre silaj kalite sınıfının değerlendirilmesi yapılmıştır (Çizelge 2) (Anonymous, 1987).

Çizelge 2. Silajların fiziksel özelliklerine göre kalite sınıfı

Toplam fiziksel puan	Silajın kalite sınıfı
20-18	I- Çok iyi
17-14	II- İyi
13-10	III- Orta
9-5	IV- Düşük (değeri az)
4-0	V- Bozulmuş (işe yaramaz)

Silajların pH değerini tespit etmek amacıyla; her bir silaj kavanozundan kavanozu temsil edecek şekilde bir miktar silaj materyali alınarak homojen bir şekilde karıştırılmış, bu karışımdan 25 g yaş silaj örneği hassas terazide tartılmış ve karıştırıcıya konulmuştur. Numunenin üzerine 250 ml saf su konularak 10 dakika karıştırılmış, daha sonra filtre kâğıdından süzülerek cam beherlere alınan yaklaşık 200 ml’lik süzükteki pH, bir pH metre yardımıyla tespit edilmiştir (Anonymous, 1993). Olgunlaşmış silajlardan 300 g yaş örnek alınarak, 70 °C’de 48 saat süre ile etüvde kurutulmuştur. Kurutulan silaj örnekleri hassas terazide tartılarak ağırlıkları saptanmış, yaş ağırlığa oranlanarak KM oranı (%) belirlenmiştir (Bulgurlu ve Ergül, 1978). Çalışmada ayrıca, Eşitlik 1 yardımıyla Fleig puanı (FP) hesaplanmıştır (Anonymous, 1987).

$$FP = [220 + (2 \times \text{silaj KM oranı} - 15)] - 40 \times \text{silaj pH değeri} \quad (1)$$

Eşitlik 1’den elde edilen Fleig puanı, Çizelge 3’te verilen puan kriterlerine göre silaj kalite sınıfı değerlendirilmesi yapılmıştır (Anonymous, 1987).

Araştırmadan elde edilen veriler, tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabii tutulmuştur. F testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (Açıkgöz ve Açıkgöz, 2001).

Çizelge 3. Silo yemlerinin Fleig puanına göre kalite sınıfları

Hesaplanan Fleig Puanı	Silaj kalite sınıfı
100-81	I- Çok iyi
80-61	II- İyi
60-41	III- Memnuniyet verici (Orta)
40-21	IV- Düşük (değeri az)
20-0	V- Kötü

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Silajların Fiziksel Özellikleri

Macar fiği ve arpanın yalın ve farklı oranlarda karıştırılması sonucu elde edilen silajların koku, strüktür ve renk gibi fiziksel özellikler bakımından aldıkları puanlar, DLG puanları ve bu değerlere ait istatistiki analiz sonuçları Çizelge 4’te verilmiştir.

Silaj kalitesinin fiziksel anlamda en önemli duyuşal karakterlerinden biri olan silaj kokusu (Geren, 2001) yönünden karışım oranları arasında istatistiksel açıdan $p < 0.05$, diğer fiziksel parametreler yönünden ise $p < 0.01$ düzeyinde önemli farklılık görülmüştür. Koku, strüktür, renk ve toplam fiziksel puan (DLG) yönünden istatistiki olarak ortaya çıkan bu anlamlı farklılıklar; % 100 Macar fiği ile diğer karışım oranları arasında gerçekleşmiştir (renk yönünden % 75 M + % 25 A karışımı hariç). Tüm fiziksel parametrelerde sınıflandırmaya göre tam puanı alan karışım % 25 M + % 75 A karışım oranı olmuştur. Bir başka ifade ile karışımda baklagil olan Macar fiğinin oranı arttıkça silajın fiziksel puan değerleri düşmüştür. Dolayısıyla çalışmada, en düşük toplam puan % 100 Macar fiği (14.3 puan) silajından elde edilmiştir (Çizelge 4). Bu durum baklagil olan Macar fiğinin kolay fermente olan karbonhidrat içeriğinin arpaya göre düşük olması ile açıklanabilir. Arpa oranının yüksek olduğu karışımlarda, fiziksel yönden silaj kalitesi “Çok iyi” sınıfta yer almıştır (Çizelge 4). Fiziksel özellikler açısından elde edilen bu sonuçlar, baklagil-buğdaygil karışım silajlarında daha önce yapılan birçok araştırma bulguları ile uyumlu bulunmuştur (Altınok, 2002; Aykan, 2018; Seydoşoğlu, 2019; Seydoşoğlu ve Gelir, 2019).

Çizelge 4. Macar fiği ve arpa karışımlarından elde edilen silajların fiziksel özelliklerine ait ortalama puanlar ve kalite sınıfı*

Karışım oranları	Koku	Strüktür	Renk	DLG	Kalite sınıfı
% 100 Macar fiği (M)	11.7 b	1.7 b	1.0 b	14.3 b	İyi
% 100 Arpa (A)	13.3 ab	4.0 a	2.0 a	19.3 a	Çok iyi
% 25 M + % 75 A	14.0 a	4.0 a	2.0 a	20.0 a	Çok iyi
% 50 M + % 50 A	13.3 ab	3.3 a	1.7 ab	18.3 a	Çok iyi
% 75 M + % 25 A	12.7 ab	3.0 ab	1.0 b	16.7 ab	İyi
Önemlilik düzeyi	0.0178	0.0032	0.0009	0.0046	

*: Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli değildir.

3.2. Silaj pH Değeri, Kuru Madde Oranı ve Fleig Puanı

Macar fiğı ve arpanın yalın ve farklı oranlarda karıştırılması sonucu elde edilen silajların pH değeri, KM oranı, Fleig puanı ve oluşan kalite sınıfı ile bu değerlere ait istatistiki analiz sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelge 5'teki bu değerler yönünden araştırma konuları arasındaki farklılık istatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 5. Macar fiğı ve arpa karışımlarından elde edilen silajların pH, KM oranı, Fleig puanı ve kalite sınıfları*

Karışım oranları	pH	KM oranı (%)	FP	Kalite sınıfı
% 100 Macar fiğı (M)	4.91 a	28.09 c	64.9 d	İyi
% 100 Arpa (A)	4.88 a	34.75 a	79.2 bc	İyi
% 25 M + % 75 A	4.43 c	34.27 a	96.2 a	Çok İyi
% 50 M + % 50 A	4.52 bc	31.17 b	86.4 b	Çok İyi
% 75 M + % 25 A	4.63 b	28.92 c	77.8 c	İyi
Önemlilik düzeyi	0.0001	0.0001	0.0001	

*: Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli değildir.

Silaj fermentasyonu sırasında meydana gelen asitler nedeniyle silaj yeminin yeterince ekşiyip-ekşimeydiğini gösteren en önemli ölçütlerden biri olan pH (Geren, 2001), silajın en önemli kalite kriterleri arasında yer almaktadır (Filya, 2001; Kaiser ve ark., 2004; Ramzan ve ark., 2022). Yanı sıra, silaj materyallerinin yüksek nem oranı fermentasyon sırasında laktik asit oluşumunu olumsuz etkilemektedir (Filya, 2002). Bu nedenle silaj KM oranı da kaliteli silaj elde etmede önem taşımaktadır.

Araştırma sonucuna göre, en yüksek silaj pH değeri istatistiki olarak aynı grupta yer alan % 100 Macar fiğı (4.91) ve % 100 arpa (4.88) silajından elde edilirken, en düşük silaj pH değeri ise 4.43 ile % 25 M + % 75 A karışım silajından elde edilmiştir. Karışımdaki Macar fiğı oranı arttıkça silaj pH'sı artmıştır. Çalışmada, en yüksek silaj KM oranı % 100 arpa (% 34.75) ve % 25 M + % 75 A (% 34.27) karışım silajından elde edilmiştir. Karışımdaki arpa oranı azaldıkça silajların KM oranı azalmış ve en düşük silaj KM oranı % 75 M + % 25A karışım silajı ile yalın Macar fiğı silajından elde edilmiştir. Karışım silajları incelendiğinde, karışımdaki Macar fiğı oranı arttıkça silaj pH değeri anlamlı derecede yükselmiştir (Çizelge 5). Bu durum, Macar fiğinin düşük karbonhidrat kapsamı ve buna karşılık yüksek protein içeriğine sahip olmasının bir sonucu olarak düşünülmektedir. Farklı oranlardaki baklagil-buğdaygil silajları ile yapılan çalışmalarda (Seydoşoğlu, 2019; Seydoşoğlu ve Gelir, 2019; Mut ve ark., 2020) da benzer bulgular elde edilmiştir.

Literatürde kaliteli silajın KM oranının % 25-40 arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Panyasak ve Tumwasorn, 2013). Çalışmada yalın ve farklı oranlardaki silajların tamamı ideal seviyelerde KM oranına sahip olmuşlardır (Çizelge 5). Literatürde, kaliteli bir silaj için pH aralığının; Von Mox Becker ve ark. (1967) 3.9-4.8, Bolat ve ark. (1997), Coşkun ve ark. (1998), Özdüven ve ark. (2009) ve Ergün ve ark. (2013) 3.8-4.2 ve Filya (2001) 4.6-4.8 arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Farklı oranlardaki karışımlardan elde edilen Macar fiğı + arpa silajlarının pH değerleri, silajlar için öngörülen literatürdeki bu optimal değerler arasında bulunmuştur (Çizelge 5).

Çalışmada ayrıca, silajların kalite sınıfını belirlemek amacıyla Fleig puanı hesaplanmıştır. En yüksek Fleig puanı 96.2 ile % 25 M + % 75 A, en düşük ise 64.9 ile % 100 Macar fiğı silajında belirlenmiştir. Fleig puanlamasına göre silajlar "iyi" ve "Çok iyi" kalite sınıfında yer

almıştır (Çizelge 5). Farklı oranlardaki karışımlardan oluşan silajların Fleig puanının, örneğin; Altınok (2002) tüylü fiğ + arpa karışımlarının kötü ile memnuniyet verici, koca fiğ + arpa karışımlarının orta ile memnuniyet verici arasında değiştiğini, Seydoşoğlu (2019) yem bezelyesi + arpa, Seydoşoğlu ve Gelir (2019) mürdümük + arpa, Mut ve ark. (2020) koca fiğ + İtalyan çimi karışımlarının “pek iyi” olduğunu rapor etmişlerdir.

4. SONUÇ

Araştırma sonuçlarına göre, incelenen fiziksel parametreler ile pH ve KM oranı dikkate alındığında; yalın halde silajı yapılan Macar fiği ve arpaya göre, bu bitkilerin karışımlarından yapılan silajların daha kaliteli olduğu ve incelenen tüm parametreler açısından % 25 Macar fiği + % 75 arpa karışımının ön plana çıktığı belirlenmiştir.

KAYNAKÇA

- Açıkgöz, E. (2021). Yem Bitkileri. Yenilenmiş ve Genişletilmiş IV. Baskı, I. Cilt, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Eğitim ve Yayın Dairesi Başkanlığı Matbaası, Ankara, 448s.
- Açıkgöz, N. ve Açıkgöz, N. (2001). Tarımsal araştırmaların istatistiki değerlendirilmesinde yapılan bazı hatalar: I. Tek Faktörlü Denemeler. Anadolu, 11(1): 135-147.
- Akyıldız, A. R. (1984). Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 893, Uygulama Kılavuzu: 213, Ankara.
- Altınok, S. (2002). Tüylü fiğ (*Vicia villosa* L.) ve koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.)'in arpa (*Hordeum vulgare* L.) ile farklı oranlardaki karışımlarının silaj kalitesine etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 8(3): 232-237.
- Anonim, (2001). Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimat, Fiğ Türleri (*Vicia* L. species). T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Ankara, (<https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Tescil/Teknik%20Talimatlar/Yem%20Bitkileri/Baklagil%20Yem%20Bitkileri/01fig.pdf>), (Erişim Tarihi: 10.09.2022).
- Anonim, (2022). Teknik Talimatlar Serin İklim Tahılları, Arpa (*Hordeum vulgare* L.). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü, (<https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Tescil/Teknik%20Talimatlar/Serin%20%C4%B0klim%20Tah%C4%B1llar%C4%B1/arpa.pdf>), (Erişim Tarihi: 10.09.2022).
- Anonim, (2023). Siirt İli İklim Verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymus, 1987. Bewertung Von Grünfutter, Silage Und Heu. Dlg-Merkblatt, No. 224. Dlg-Verlag, Frankfurt/M.
- Anonymus, 1993. Bestimmung des pH-Wertes. In: Die chemischen Untersuchungen von Futtermitteln. Teil 18 Silage. Abschnitt 18.1 Bestimmung des pH-Wertes. Methodenbuch Bd. III., VDLUFAVerlag, Darmstadt.
- Aykan, Y. (2018). Farklı oranlarda yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve arpa (*Hordeum vulgare* L.) karışımlarının silolama ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.

- Bolat, D., Coskun, B., Baytak, E. ve Deniz, S. (1997). Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Ders Notları, Van.
- Bulgurlu, Ş. ve Ergül, M. (1978). Yemlerin Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Analiz Metodları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 127, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova-İzmir, s. 58-76.
- Comberg, G. (1974). Gärfutter: Betriebswirtschaft, Erzeugung, Verfütterung, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, Gerokstraße 19, Printed in Germany, ISBN:3-8001-4321-6, 260s.
- Coşkun, B., Şeker, E. ve Ünal, F. (1998). Yemler ve Teknolojisi. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, Konya.
- Ergün, A., Tuncer, Ş. D., Çolpan, İ., Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükarsan, M. K., Küçükarsan, S., Şehu, A. ve Saçaklı, P. (2013). Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi. Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Genişletilmiş 5. Baskı, Ankara, 448s.
- Filya, İ. (2001). Silaj Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Görükle, Bursa.
- Filya, İ. (2002). Mısır ve sorgum silajlarına uygulanan laktik asit bakteri inokulantlarının fermentasyon, aerobik stabilite ve in situ rumen parçalanabilirlik özelliklerinin belirlenmesi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 26: 815- 823.
- Geren, H. (2001). Bornova koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen farklı mısır çeşitlerinde ekim zamanlarının silaj özelliklerine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 38(2-3): 47-54.
- Haigh, P. M. (1988). The effect of wilting and silage additives on the fermentation of autumn made grass silage ensiled in bunkers on commercial farms in South Wales. Grass and Forage Science, 43: 337-345.
- Kaiser, A. G., Piltz, J. W., Burns, H. M. and Griffith, N. W. (2004). Successful Silage, 2nd Edition, Dairy Australia and New South Wales Department of Primary Industries, Australia. pp. 172-196.
- Mut, H., Gülümser, E., Çopur Doğrusöz, M. ve Başaran, U. (2020). Koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) ile İtalyan çimi (*Lolium multiflorum* L.) karışımlarının silaj kalitesinin belirlenmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(2): 391-396.
- Özdüven, M. L., Koç, F., Polat, P., Coşkuntuna, L., Başkavak, S. ve Şamlı, H.E. (2009). Bazı mısır çeşitlerinde vejetasyon döneminin silolamada fermentasyon özellikleri ve yem değeri üzerine etkileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(2): 121-129.
- Panyasak, A. and Tumwasorn, S. (2013). Effect of moisture content and storage time on sweet. Walailak Journal of Science and Technology, 12(3): 237-243.
- Ramzan, H. N., Tanveer, A., Maqbool, R., Akram H. M. and Mirza, M. A. (2022). Use of sugarcane molasses as an additive can improve the silage quality of sorghum-sudangrass hybrid. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 59: 75-81.
- Sarıçiçek, B. Z. and Kiliç, Ü. (2009). The effects of different additives on silage gas production, fermentation kinetics and silage quality. Ozean Journal of Applied Sciences, 2(1): 1943-2429.
- Seydoşoğlu, S. (2019). Farklı oranlarda karıştırılan yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve arpa (*Hordeum vulgare* L.) hâsıllarının silaj ve yem kalitesine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 56(3): 297-302.

- Seydoşoğlu, S. ve Gelir, G. (2019). Farklı oranlarda karıştırılan mürdümük (*Lathrus sativus* L.) ve arpa (*Hordeum vulgare* L.) hâsıllarının silaj özellikleri üzerinde bir araştırma. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1): 397-406.
- Von Mox Becker, H., Nehring, K. and Band, D. (1967). Melasse In (handbucheder Fuller Millel), V.Paul Parey, Hamburg and Berlin.
- Yitbarek, M. B. and Tamir, B. (2014). Silage additives: Review. Open Journal of Applied Sciences, 4: 258-274.

KÜKÜRT DOZLARINA BAĞLI OLARAK KOCA FİĞ (*Vicia narbonensis* L.) BİTKİSİNDE BAZI TARIMSAL KARAKTERLERİN DEĞİŞİMİ

Doç. Dr. Mehmet Arif ÖZYAZICI

Siirt Üniversitesi, arifozyazici@siirt.edu.tr, orcid.org/0000-0001-8709-4633

Dr. Öğr. Üyesi Semih AÇIKBAŞ

Siirt Üniversitesi, semihacikbas@siirt.edu.tr, orcid.org/0000-0003-4384-3908

ÖZET

Bu araştırmada, koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) bitkisinde farklı düzeydeki kükürt (S) uygulamalarının bazı tarımsal özellikler üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Türkiye'nin yarı-kurak iklimine sahip Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Siirt ili koşullarında, 2022-2023 vejetasyon döneminde Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Deneme Arazisi'nde yürütülmüştür. Çalışmada bitkisel materyal olarak Görkem koca fiğ çeşidi kullanılmıştır. Kükürdün 0 (S₀), 1 (S₁), 2 (S₂), 3 (S₃) ve 4 (S₄) kg/da dozlarının araştırma konusu olarak ele alındığı çalışmada; tarla denemesi, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Bitkiler 25 cm sıra arası mesafede ve 6 sıra olacak şekilde, 18 kg/da ekim normu ile ekilmiş olup; parsel büyüklüğü, 1.5x2= 3.0 m²'dir. Toprak analiz sonuçlarına göre ekimle birlikte, her parselde homojen olarak; 4 kg N/da azotlu gübre (Üre, % 46 N) ve 10 kg P₂O₅/da fosforlu gübre (Triple süper fosfat, % 43-44 P₂O₅) uygulanmıştır. Ekim işlemi 26 Kasım 2022 tarihinde yapılmış olup; biçimler, bitkilerin tam çiçeklenme-bakla bağlama başlangıcı devresinde 08 Mayıs 2023 tarihinde yapılmıştır. Araştırmada, doğal bitki boyu, ana sap uzunluğu, sap kalınlığı, yeşil ve kuru ot verimi parametreleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre doğal bitki boyu hariç, diğer incelenen parametreler açısından S dozları arasında anlamlı (p<0.01) farklılıklar tespit edilmiştir. Kükürt dozunun artışına paralel olarak S₂ dozuna kadar tarımsal özelliklerde artış tespit edilmiş, daha sonraki dozlarda ise anlamlı azalmalar görülmüş; ancak, S₁ ve S₂ dozları arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Kükürt eksikliğinin söz konusu olduğu toprakta, koca fiğ bitkisi için 1 kg S/da dozu uygulanabilir.

Anahtar Kelimeler: Koca Fiğ, Kükürt, Ot Verimi, Ana Sap Uzunluğu

CHANGE OF SOME AGRICULTURAL CHARACTERS IN NARBON VETCH (*Vicia narbonensis* L.) PLANT DEPENDING ON SULFUR DOSES

ABSTRACT

In this research, it was aimed to determine the effect of different levels of sulfur (S) applications on some agricultural characteristics of the narbon vetch (*Vicia narbonensis* L.) plant. The research was carried out in Siirt University, Faculty of Agriculture, Research and Experimental Land during the 2022-2023 vegetation period, under the conditions of Siirt province, located in the Southeastern Anatolia Region of Türkiye, which has a semi-arid climate. Görkem narbon vetch varieties were used as plant material in the study. In the study, 0 (S₀), 1 (S₁), 2 (S₂), 3 (S₃)

and 4 (S₄) kg/da doses of sulfur were considered as the research subject; the field experiment was set up according to the randomized completed design with 4 replications. Plants were sowing in 6 rows with 25 cm row spacing, with a sowing norm of 18 kg/da; parcel size is 1.5x2= 3.0 m². According to the soil analysis results, with sowing, homogeneously in each parcel; 4 kg N/da nitrogenous fertilizer (Urea, 46% N) and 10 kg P₂O₅/da phosphorus fertilizer (Triple super phosphate, 43-44% P₂O₅) were applied. The sowing process was carried out on November 26, 2022; the harvesting were made on May 08, 2023, during the period when the plants were in full bloom and the beginning of pod setting. In the research, natural plant height, main stem length, stem thickness, fresh and hay yield parameters were examined. According to the research results, significant (p<0.01) differences were detected between S doses in terms of other examined parameters, except for natural plant height. In parallel with the increase in sulfur dose, an increase in agricultural characteristics was detected up to the S₂ dose, and significant decreases were observed in later doses; however, the difference between S₁ and S₂ doses was found to be insignificant. In soil with sulfur deficiency, 1 kg S/da dose can be applied for narbon vetch plant.

Keywords: Narbon Vetch, Sulfur, Forage Yield, Main Stem Length

1. GİRİŞ

Baklagiller familyası (Fabaceae)'na ait olan koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.); olumsuz iklim ve toprak koşullarına dayanıklı, yem ve yeşil gübre olarak kullanılan tek yıllık yem bitkisidir. Fiğ türleri içerisinde üstün ot verimi ve kalitesine sahip olup; hem otu hem de yüksek protein oranı ile tanesi, yem rasyonlarının önemli bileşenidir. Bu özelliği, hayvancılık işletmeleri için ucuz ve faydalı bir alternatif kaba yem olarak kullanılmasına olanak tanır.

Yem bitkilerinin yüksek ot verimi toprakta alınabilir formda bulunan bitki besin maddeleri ile yakın ilişkilidir. Bir başka ifade ile koca fiğ yetiştiriciliğinde verim artışı, bitkilere yeterli besin maddesi sağlanmasıyla mümkündür. Baklagil bitkilerinin, büyümesi ve gelişmesi için genellikle fosfor (P)'lu ve toprakta eksikliği görüldüğünde potasyum (K)'lu gübrelemeye ihtiyacı vardır. Bununla birlikte, zayıf toprak verimliliği ve P dışında özellikle kükürt (S) eksikliği, üretimi sınırlandıran önemli bir faktördür. Koca fiğ, diğer baklagiller gibi S eksikliğine karşı hassas olup, optimum verim ve uygun büyüme için kükürde ihtiyaç duyar.

Kükürt, bitki büyümesi için gerekli elementlerden biri olup (Ahmad ve ark., 2005); azot (N), P ve potasyumdan sonra dördüncü ana bitki besin maddesidir (Khalid ve ark., 2009). Bitkilerdeki birtakım fizyolojik süreçlerde (Skwierawska ve ark., 2016), amino asitlerin sentezi ve bazı enzim sistemlerinin aktivasyonunda (Havlin ve ark., 2004), protein metabolizmasında (Shilpi ve ark., 2012), vitaminlerin ve klorofilin sentezinde (Tisdale ve ark., 1999), sekonder metabolitlerin biyosentezinde (Gigolashvili ve Kopriva, 2014) rol oynar. Kükürt aynı zamanda topraklarda, pH'yı düşürerek mikro besin elementlerinin bitkiler tarafından alımını arttırmakta; tuzlu ve alkali toprakların fiziko-kimyasal özelliklerinin iyileştirilmesi, geçirgenliğin artırılması, tuzluluk ve alkalilik streslerinin etkilerinin azaltılmasında etkili ve olumlu bir işleve sahiptir (Manesh ve ark., 2013).

Kükürdün eksik olduğu koşullarda, uygulanan N-P-K gübrelerinin verimliliği ciddi şekilde etkilenebilir ve ürünlerin verim düzeyleri sürdürülebilir olmayabilir (Ahmad ve ark., 1994).

Zhao ve ark. (2002), kükürdün birçok Avrupa ülkesinde tarımsal üretim için en sınırlayıcı besin maddelerinden biri olduğunu bildirmişlerdir. Kükürt eksikliği olan topraklarda, S gübrelerinin uygulanmasıyla; kolza (*Brassica napus*) (Khalid ve ark., 2009), çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) (Tunçtürk ve ark., 2011), susam (*Sesamum indicum* L.) (Shilpi ve ark., 2012), soya [*Glycine max* (L.) Merr.] (Burkitbayev ve ark., 2021) gibi ürünlerde verim ve kalitenin arttırılabileceği rapor edilmiştir. Genel olarak, toprak minerallerinde bulunan S, bitkilerin S ihtiyacını korumak için yeterli düzeyde olabilmektedir (Burkitbayev ve ark., 2021). Ancak son zamanlarda, dünyanın birçok bölgesindeki topraklarda S eksikliği ortaya çıkmakta ve yetersiz S birçok önemli ürünlerin üretimini etkilemektedir (Burkitbayev ve ark., 2021). Bu bağlamda N-P-K elementlerinin yanı sıra dördüncü element olan kükürdün rolü de artmaktadır (Ming Xian ve Messick, 2007). Yem bitkisi tarımında önemli oranda üretimi yapılan fiğler, hayvansal üretimin kaba yem ihtiyacının karşılanmasında çok önemli bir rol oynarlar. Fiğ türlerinin yetiştirildiği alanlarda S eksikliği zamanla bu ürünlerin verimini sınırlayan bir faktör haline gelebilir. Bu nedenle, kükürdün ürün verimi ve kalitesi üzerindeki etkisinin araştırılması önem taşımaktadır. Bu çalışmada, S ile gübrelemenin koca fiğ (*V. narbonensis* L.) bitkisinin ot verimi ile verime etkili bazı tarımsal karakterlere etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, Türkiye'nin yarı-kurak iklimine sahip Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Siirt ili ekolojik koşullarında 2022-2023 vejetasyon döneminde Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Deneme Arazisi'nde yürütülmüştür. Koca fiğ bitkisinin vejetasyon döneminde (Kasım 2022-Mayıs 2023) ortalama sıcaklık değeri 10.7 °C ve toplam yağış miktarı 346.4 mm olarak ölçülmüştür (Anonim, 2023). Araştırma toprakları killi-tın tekstürlü, tuzsuz, nötr karakterde, az kireçli ve alınabilir K içerikleri fazla düzeydedir. Organik madde kapsamının çok az düzeyde olduğu araştırma topraklarının, alınabilir P kapsamı az, S miktarının ise yetersiz düzeyde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Araştırma yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (0-20 cm)

Toprak özelliği	Birim	Değeri
Kum	%	35.32
Kil	%	38.18
Silt	%	29.49
pH		6.58
Elektriksel iletkenlik	μS/cm	350
Kireç (CaCO ₃)	%	0.08
Organik madde	%	0.80
Alınabilir P	kg P ₂ O ₅ /ha	52
Alınabilir K	kg K ₂ O/ha	804
Alınabilir S	mg/kg	6.6

Çalışmada bitkisel materyal olarak Görkem koca fiğ (*V. narbonensis* L.) çeşidi kullanılmıştır. Tarla denemesi tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuş olup; kükürdün 0 (S_0), 1 (S_1), 2 (S_2), 3 (S_3) ve 4 (S_4) kg/da dozları araştırma konusunu teşkil etmiştir.

Bitkiler 25 cm sıra arası mesafede ve 6 sıra olacak şekilde, 18 kg/da ekim normu ile ekilmiş olup (Anonim, 2001); parsel büyüklüğü, $1.5 \times 2 = 3.0 \text{ m}^2$ 'dir. Ekim öncesi toprak analiz sonuçlarına göre, her parselde homojen olacak şekilde, 4 kg/da saf azot (Üre, % 46 N) ve 4 kg P_2O_5 /da saf fosfor (Triple süper fosfat, % 43-44 P_2O_5) gübreleri uygulanmıştır. Ekim işlemi, 26 Kasım 2022 tarihinde yapılmış olup; biçimler, koca fiğin tam çiçeklenme-bakla bağlama başlangıcı devresinde 08 Mayıs 2023 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, doğal bitki boyu, ana sap uzunluğu, sap kalınlığı, yeşil ve kuru ot verimi parametreleri incelenmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen veriler, tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testine göre değerlendirilmiştir (Yurtsever, 1984).

3. BULGULAR

3.1. Doğal Bitki Boyu

Koca fiğin doğal bitki boyu üzerine S dozlarının etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Kükürt dozlarına bağlı olarak koca fiğin doğal bitki boyu değerleri 69.5-75.8 cm arasında değişkenlik göstermiştir (Çizelge 2).

3.2. Ana Sap Uzunluğu

Koca fiğ bitkisi boylandıkça genel olarak belli oranda yatma görülmektedir. Bu nedenle doğal bitki boyundan farklı olarak ana sap uzunluğunun ölçülmesi önem taşımaktadır. Koca fiğin ana sap uzunluğu S uygulamasına bağlı olarak önemli ölçüde ($p < 0.01$) değişmiştir. İstatistiksel olarak bu anlamlı farklılık kontrol konusu ile kükürdün diğer dozları arasında gerçekleşmiştir. En uzun bitki istatistiksel olarak aynı grupta yer alan S_2 (136.5 cm), S_3 (134.9 cm) ve S_4 (133.7 cm) uygulamalarında kaydedilmiştir. En kısa bitki ise 122.2 cm ile S_0 (kontrol)'dan elde edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Kükürt uygulamalarının koca fiğ bitkisinin bazı tarımsal karakterlerine etkisi*

Kükürt (S) dozları (kg/da)	Doğal bitki boyu (cm)	Ana sap uzunluğu (cm)	Sap kalınlığı (mm)	Yeşil ot verimi (kg/da)	Kuru ot verimi (kg/da)
S ₀	70.5	122.2 b	7.33 b	3919.2 bc	997.3 b
S ₁	72.8	132.8 ab	7.83 a	4372.0 ab	1162.0 ab
S ₂	75.8	136.5 a	7.85 a	4786.5 a	1269.2 a
S ₃	70.5	134.9 a	7.14 b	3779.3 bc	1047.9 b
S ₄	69.5	133.7 a	7.13 b	3717.6 c	1038.7 b
Ortalama	71.8	132.0	7.46	4114.9	1103.0
Önemlilik düzeyi	0.0509	0.0078	0.0001	0.0007	0.0022

*: Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli değildir.

3.3. Sap Kalınlığı

Sap kalınlığı yönünden S dozları arasındaki farklılık istatistiksel açıdan $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek sap kalınlığı değeri istatistiksel olarak aynı grupta yer alan S₁ (7.83 mm) ve S₂ (7.85 mm) kükürt dozlarında saptanmıştır. En düşük sap kalınlığı değeri ise kontrol (7.33 mm) konusu ile S₃ (7.14 mm) ve S₄ (7.13 mm) dozlarında ölçülmüştür (Çizelge 2).

3.4. Yeşil ve Kuru Ot Verimi

Araştırmada, en yüksek yeşil ve kuru ot verimi değeri sırasıyla 4786.5 ve 1269.2 kg/da ile S₂ kükürt dozunda elde edilmiş; ot verimi yönünden S₂ ve S₁ dozları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. En düşük yeşil ot verimi 3717.6 kg/da ile S₄ konusunda belirlenirken; en düşük kuru ot verimi ise kontrol (997.3 kg/da) konusu ile S₃ (1047.9 kg/da) ve S₄ (1038.7 kg/da) dozlarında belirlenmiştir (Çizelge 2).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kükürt bitkilerde, büyüme, yüksek verim ve kalite için gerekli olan temel bitki besin maddesidir (Solmaz ve ark., 2017); eksikliği bitki büyümesini, verimi ve ürünün kalitesini etkiler.

Mevcut araştırmada, doğal bitki boyu yönünden, her ne kadar istatistiksel anlamda S dozlarının etkisi önemsiz olsa da, S₂ dozuna kadar doğal bitki boyu değerinin arttığı, bu dozdan sonra bir azalmanın olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 2). Şeker mısır (İnan, 2019) ve soya (Yiğit ve ark., 2021) bitkisi ile yapılan çalışmalarda da, araştırma bulgularına benzer şekilde S dozlarının bitki boyuna etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Buna karşılık, farklı bitki türleri ile yapılan bazı çalışmalarda ise, örneğin; yulaf (Şahin, 2019), mısır (Boydak, 2019) ve soya

(Farhad ve ark., 2011; Fahmina ve ark., 2013) bitkilerinde kontrole kıyasla S dozlarının bitki boyunu önemli ölçüde arttırdığı rapor edilmiştir.

Araştırmada, kontrol ile kıyaslandığında, dekara 2 kg S dozuna kadar ana sap uzunluğunun arttığı, bu dozdan sonra istatistik anlamda önemsiz bir azalmanın olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Bu çalışmada, kültürel işlemler sırasında koca fiğ bitkisine optimum düzeyde azotlu gübreleme uygulanmıştır. Bilindiği üzere N, bitkilerde bitki boyu, yaprak oranı gibi vejetatif aksamların artışında önemli bir etkidir. Kükürt uygulaması ile koca fiğde ana sap uzunluğunun artması, kükürdün N kullanım etkinliğini artırması ile açıklanabilir. Nitekim Boydak (2019), azot gübresinin etkinliğini artırmak için kükürdün vazgeçilmez bir element olduğunu bildirmiştir.

Kükürt, bitkilerde; fotosentezde, klorofil sentezinde (Marschner, 1995; Mengel ve Kirkby, 2001; Zengin, 2006), azot metabolizmasında (Solmaz ve ark., 2017) önemli rol oynamaktadır. Eksikliğinde asimilasyon oranı düşmekte (Lunde ve ark., 2008; Juszczuk ve Ostaszewska, 2011); bunun sonucunda da bitkilerde kuru madde birikimi azalmaktadır. Dolayısıyla, koca fiğ bitkisinde S uygulaması sonucu ot veriminin artması; kükürdün, fotosentez etkinliğini artırması sonucu bitkide kuru madde miktarının artmasına sebep olması ile açıklanabilir.

Kükürt uygulamaları farklı bitki türlerinde verim ve verim öğelerine ait parametrelerde artışlara neden olmuştur. Literatürdeki bu çalışmalar gözden geçirildiğinde, örneğin; şeker pancarının kuru madde miktarında (Thomas ve ark., 2003), buğday veriminde (İnal ve ark., 2003), fasulyenin verim ve bazı verim bileşenlerinde (Tonguç ve ark., 2017), ayçiçeğinin tane verimi ve kalitesinde (Erbaş ve Şenates, 2020), çemenin tohum verimi ve trigonellin içeriğinde (Özyazıcı, 2020), soya tohum verimi ve kalitesinde (Burkitbayev ve ark., 2021) artışlar olduğu rapor edilmiştir.

Araştırma sonucunda, artan S dozları incelenen tarımsal parametreleri olumlu yönde etkilemiştir. Verim ve verim unsurları açısından bir değerlendirme yapıldığında, toprakta S eksikliğinin söz konusu olduğu koşullarda, koca fiğ bitkisi için dekar başına 1 kg S dozunun uygun olduğu ifade edilebilir. Ancak, benzer iklim ve toprak koşullarında, optimum S dozunun tespit edilebilmesi için en az iki yıllık çalışmanın yapılması gerekmektedir. Ayrıca, kükürdün koca fiğ gibi baklagil yem bitkilerinin veriminde önemli artışlar sağladığı dikkate alındığında, hem yüksek verim için hem de besleme değeri yüksek dengeli bir kaba yem eldesi için S eksikliğinin söz konusu olduğu alanlarda, verim ve kalitenin sürdürülebilirliği yönünden mutlaka düzenli S uygulamalarının yapılması tavsiye edilmektedir.

KAYNAKÇA

- Ahmad, A., Khan, I., Anjum, N. A. M., Diva, I., Abdin, M. Z. and Iqbal, M. (2005). Effect of timing of sulfur fertilizer application on growth and yield of rapeseed. *Journal of Plant Nutrition*, 28(6): 1049-1059.
- Ahmad, N., Saleem, M. T., Rashid, M. and Jalil, A. (1994). Sulfur status and crop response in Pakistan soils. National Fertilizer Development Center, Pub. No. 7/94., Planning and Dev. Div., Islamabad, pp. 1-5.
- Anonim, (2001). Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimat, Fiğ Türleri (*Vicia L.* species). T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi

- Müdürlüğü, Ankara, (<https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Tescil/Teknik%20Talimatlar/Yem%20Bitkileri/Baklagil%20Yem%20Bitkileri/01fig.pdf>), (Erişim Tarihi: 10.09.2022).
- Anonim, (2023). Siirt İli İklim Verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Boydak, A. (2019). Melez mısır yetiştiriciliğinde farklı doz ve formda kükürt kullanımının verim, verim unsurları ve kalite üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 94s.
- Burkitbayev, M., Bachilova, N., Kurmanbayeva, M., Tolenova, K., Yerezhepova, N., Zhumagul, M., Mamurova, A., Turysbek, B. and Demeu, G. (2021). Effect of sulfur-containing agrochemicals on growth, yield, and protein content of soybeans (*Glycine max* (L.) Merr). Saudi Journal of Biological Sciences, 28: 891-900.
- Erbaş, S. and Şenates, A. (2020). Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.)’nde azot ve kükürt gübrelemesinin verim ve kaliteye etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 24(1): 217-225.
- Fahmina, A., Nurul İslam, M., Shamsuddoha, A. T. M., Bhuiyan, M. S. İ. and Sonia, S. (2013). Sher - Bangla Agricultural University, Effect of Phosphorus and Sulphur on Growth and Yield of Soybean (*Glycine max* L.) Department of Soil Science 558.
- Farhad, İ. S. M., İslam, M. N., Hoque, S. and Bhuiyan, M. S. İ. (2011). Department of Soil science, Sher – e Bangala Agricultural University, Role of Potassium and Sulphur on The Growth, Yield and Oil Content of Soybean (*Glycine max* L.) Department of Soil science 101.
- Gigolashvili, T. and Kopriva, S. (2014). Transporters in plant sulfur metabolism. Frontiers in Plant Science, 5: 442.
- Havlin, J. L., Beaton, J. D., Tisdale, S. L. and Nelson, W. L. (2004). Soil fertility and fertilizers. An introduction to nutrient management, 7th Ed., Pearson Education Inc., Singapore, 221p.
- İnal, A., Güneş, G., Alpaslan, M., Adak, M. S., Taban, S. and Eraslan, F. (2003). Diagnosis of sulfur deficiency and effects of sulfur on yield and yield components of wheat grown in Central Anatolia, Turkey. Journal of Plant Nutrition, 26: 1483-1499.
- İnan, Y. (2019). Farklı potasyum ve kükürt dozlarının şeker mısırın (*Zea mays saccharata* Sturt.) agronomik ve teknolojik özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu, 46s.
- Juszczuk, I. M. and Ostaszewska, M. (2011). Respiratory activity, energy and redox status in sulphur deficient bean plants. Environmental and Experimental Botany, 74: 245-254.
- Khalid, R., Khan, K. S., Yousaf, M., Shabbir, G., and Subhani, A. (2009). Effect of sulfur fertilization on rapeseed and plant available sulfur in soils of Pothwar, Pakistan. Sarhad Journal of Agriculture, 25(1): 65-71.
- Lunde, C., Zygadlo, A., Simonsen, H. T., Nielsen, P. L., Blennow, A. and Haldrup, A. (2008). Sulfur starvation in rice: the effect on photosynthesis, carbohydrate metabolism, and oxidative stress protective pathways. Physiologia Plantarum, 134: 508-521.
- Manesh, A. K., Armin, M. and Moeini, M. J. (2013). The effect of sulfur application on yield and yield components of corn in two different planting methods in saline conditions. International Journal of Agronomy and Plant Production, 4(7): 1474-1478.
- Marschner, H. (1995). Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, 2.

- Mengel, K. and Kirkby, E. A. (2001). Principles of Plant Nutrition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 849.
- Ming Xian, F. A. N. and Messick, D. L. (2007). Correcting sulphur deficiency for higher productivity and fertilizer efficiency. IFA Crossroads, Asia-Pacific, pp. 17-19.
- Özyazıcı, G. (2020). Responses of sulfur and phosphorus doses on the yield and quality of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Applied Ecology and Environmental Research, 18(5): 7041-7055.
- Shilpi, S., Islam, M. N., Sutradhar, G. N. C., Husna, A. and Akter, F. (2012). Effect of nitrogen and sulfur on the growth and yield of sesame. International Journal of Bio-resource and stress Management, 3(2): 177-182.
- Skwierawska, M., Benedycka, Z., Jankowski, K. and Skwierawski, A. (2016). Sulphur as a fertiliser component determining crop yield and quality. J. Elem., 21(2): 609-623.
- Solmaz, İ., Akbaş, F., Erköse, H., Sarı, N. and Dal, B. (2017). Farklı dozlarda kükürt uygulamasının turp (*Raphanus sativus* L.)'ta verim ve kalite üzerine etkileri. Akademik Ziraat Dergisi, 6(Özel Sayı): 257-262.
- Şahin, A. (2019). Kükürt dozları ve uygulama zamanının yulafın (*Avena sativa* L.) ot verimi ve kalitesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yozgat, 37s.
- Thomas, S. G., Hocking, T. J. and Bilsborrow, P. E. (2003). Effect of sulphur fertilization on the growth and metabolism of sugar beet grown on soils of differing sulphur status. Field Crops Research, 83: 223-235.
- Tisdale, P. P., Poongothai, S., Savithri, R. K. and Bijujoseph, O. P. (1999). Influence of gypsum and green leaf manure application on rice. Journal of Indian Society of Soil Science, 47(1): 96-99.
- Tonguç, M., Şanlı, A., Karakurt, Y. and Ünlü, H. (2017). Fasulyede kükürt uygulamalarının verim ve verim öğeleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesi. Alatarım, 16(1): 44-51.
- Tunçtürk, R., Çelen, A. E. and Tunçtürk, M. (2011). The effects of nitrogen and sulphur fertilizers on the yield and quality of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Turk. J. Field Crops, 16(1): 69-75.
- Yiğit, A., Erekul, O. and Yaraşır, N. (2021). Kısıtlı sulama ve kükürt dozu uygulamalarının soya fasulyesinde bitki gelişimi ve klorofil (SPAD) içeriğine etkisi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(1): 105-117.
- Yurtsever, N. (1984). Deneysel İstatistik Metotları. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 121, Teknik Yayın No: 56, Ankara, 623s.
- Zengin, M. (2006). Kiraz Ağaçlarının Toprak İstekleri ve Gübrelemesi. Konya, p. 38.
- Zhao, F. J., McGrath, S. P., Blake, M. M. A., Link, A. and Tucker, M. (2002). Crop responses to sulfur fertilization in Europe. Proc. Int. Fert. Soc. Cambridge, UK., 504: 27.

BAZI TABLET DETERJANLARIN *PISUM SATIVUM* L. TOHUMLARINDA ÇİMLENME VE KÖK UZUNLUĞUNA ETKİLERİ

Dilek Sezer

Yüksek Lisans Öğrencisi

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, İzmit, Kocaeli.

Email: dlksr77@gmail.com

ORCID ID: 0009-0008-3448-381X

Prof. Dr. Özlem Aksoy

Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, İzmit, Kocaeli.

Email: ozlem.aksoy@kocaeli.edu.tr

ORCID ID: 0000-0003-0969-5171

ÖZET

Deterjanlar günlük hayatta çok sık kullanılan kimyasallar arasında yer almaktadır. Deterjanların içinde bulunan bazı kimyasal bileşenler organizmalar için toksik etki yapmaktadır. Bu çalışmada, bezelye bitkisi tohumları üzerinde, bulaşık makinelerinde kullanılan bazı deterjanların etkilerinin araştırılması amaçlandı. Çalışmada 2 adet çevre dostu ve 2 adet standart olmak üzere toplam 4 adet tablet deterjan kullanarak bezelye (*Pisum sativum*) tohumları üzerinde EC50 değerleri (kök uzunluğunu yarıya indiren etki konsantrasyonu) hesaplandı. Çevre dostu deterjanlar sırasıyla, E1 ve E2 olarak standart deterjanları ise, S1 ve S2 olarak adlandırıldı. EC50 değeri hesaplamaları için her bir deterjandan 9 farklı doz hazırlandı. Sterilize edilmiş *P. sativum* tohumları kök oluşumu için belirlenen dozlar uygulanarak etüvde 25°C sıcaklıkta bekletildi ve 3. günün sonunda EC50 değerleri hesaplandı. EC50 değerleri; E1 deterjanı için 3 g/L, E2 deterjanı için 4 g/L, S1 deterjanı için 4 g/L ve S2 deterjanı için 4 g/L olarak belirlendi. Elde edilen veriler doğrultusunda EC50 ve 2X EC50 konsantrasyonları hazırlanarak mitotik indeks yüzdeleri hesaplandı. Sonuç olarak çevre dostu tablet deterjanların ve standart tablet deterjanların EC50 değerleri birbirine oldukça yakın olduğu tespit edildi. S1, S2 deterjanlarının ve E1, E2 deterjanlarının *P. sativum* tohumlarında kontrole göre kök uzunluğunu inhibe ettikleri saptandı. Konsantrasyon miktarları arttıkça tohum kök uçlarında sararma ve kararma gözlemlendi. Standart tablet deterjanların çevre dostu tablet deterjanlara oranla mitotik aktiviteyi azalttığı bulundu. Verilerimiz bu deterjanların kullanımı sırasında meydana gelebilecek doz aşımının sitotoksik etkilere neden olabileceğini gösterdi.

Anahtar Kelimeler: *Pisum sativum*, EC50, tablet deterjanları, kök uzunluğu, mitotik indeks

Effects of Some Tablet Detergents on Germination and Root Length of *Pisum sativum* L. Seeds

ABSTRACT

Detergents are among the most frequently used chemicals in daily life. Some chemical components in detergents are toxic to organisms. In this study, it was aimed to investigate the effects of some detergents used in dishwashers on pea plant seeds. In the study, EC50 values (concentration of action that halves the root length) were calculated on pea (*Pisum sativum*) seeds using a total of 4 tablet detergents, 2 environmentally friendly and 2 standard detergents. Environmentally friendly detergents were designated E1 and E2, and standard detergents were designated S1 and S2, respectively. For EC50 value calculations, 9 different doses of each detergent were prepared. Sterilized *P. sativum* seeds were kept in an oven at 25°C by applying the doses determined for root formation and EC50 values were calculated at the end of the 3rd day. EC50 values were determined as 3 g/L for E1 detergent, 4 g/L for E2 detergent, 4 g/L for S1 detergent and 4 g/L for S2 detergent. According to the data obtained, EC50 and 2X EC50 concentrations were prepared and mitotic index percentages were calculated. As a result, it was found that the EC50 values of environmentally friendly and standard detergents were very close to each other. S1, S2 detergents and E1, E2 detergents were found to inhibited root length in *P. sativum* seeds compared to control. As the concentrations increased, yellowing and blackening of the seed root tips were observed. Standard tablet detergents were found to reduce mitotic activity compared to environmentally friendly tablet detergents. Our data showed that overdose may cause cytotoxic effects during the use of these detergents.

Keywords: *Pisum sativum*, EC50, tablet detergents, root length, mitotic index

GİRİŞ

Günümüzde yüzey aktif maddeler ve deterjanlar, endüstride olduğu kadar evlerde de yaygın olarak kullanılan kimyasallar arasındadır (Bajpai ve Tyagi, 2007). Deterjanlar, kimyasal olarak yapılmış sentetik türlerdir. Yüzeylere yapışan lekelerin, basit çözünme dışında fizik-kimyasal bir etki içeren bir işlemin ardından, yeniden birikmelerini önlemek için uzaklaştırılması ve askıya alınması veya çözülmesi olgusudur (Quinn SD, 2020).

Deterjanlar başlıca beş madde grubu altında sınıflandırılır; yüzey aktif maddeler, dolgu maddeleri, enzimler, yapıcılar ve ağartma maddeleri. Ek olarak, katkı maddeleri var, örneğin organik ayırma maddesi, optik parlaticılar, mavileştirici ajan, köpük düzenleyiciler ve çökeltme önleyici maddelerde oluşur (Smulders ve ark. 2009). Deterjan üretimi, dünya yatırımlarının yıllık 60 milyar doları bulmaktadır (Giagnorio, Amelio, Grüttner ve Tiraferri, 2017). Deterjanların bu kadar çok kullanılması nedeniyle çevreye olumsuz etkide bulunması anlaşılır bir durumdur (Efendi, Nedi ve Pakpahan, 2017).

Yüzey aktif maddeler ve deterjanların diğer bileşenleri, nihayetinde su ve toprak yoluyla çevreye ulaşarak ekosistemde yaşayan organizmalar için çeşitli toksisitelere neden olur (Ankley ve Burkhard, 1992; Warne ve Schiffko, 1999).

Deterjanların canlı organizmalar üzerindeki toksisitesi, büyük endişe yaratmıştır. Sucul alanlarda deterjanların etkisi geniş çapta incelenmiştir. Deterjanların içinde bulunan fosfat su sistemlerinde ötrofikasyona neden olduğu rapor edilmiştir. Örneğin, çamaşır yıkamada kullanılan anyonik, amfoterik ve iyonik olmayan gruplara ait yüzey aktif maddeler deterjanlar, deniz canlılarının büyümesini olumsuz etkilediği bulunmuştur. (Pavlic ve ark. 2005)

Türkiye’de yapılan bir çalışmada çamaşır deterjanının ana maddesi olan lineer alkilbenzen sülfonatlar (LAS) Giresun kıyı alanlarında yüzey suyunun çok fazla miktarda bulunmuştur. Su kütlelerinin kirlenmesi denizler ve nehirlerle değildir göller de ciddi şekilde kirlenmiştir. Örneğin Sanaru Gölü’nde suyun yapısını güçlü bir şekilde etkileyen daha yüksek deterjan dozları bildirilmiştir (Polat and Akkan 2016).

Deterjanlar, su sistemlerine veya toprağa karışırşa mahsul büyümesini ve üretimini olumsuz yönde etkiler. Örneğin, *Helianthus annuus* ve *Vigna radiata* (Heidari 2013; Poongodi ve Sasikala) yapılan çalışmalarda daha yüksek konsantrasyonlar deterjanların çimlenmeyi ve büyümeyi azalttığı belirtilmiştir.

Euglena gracilis’te ile yapılan çalışmada çamaşır ve bulaşık deterjanlarının olumsuz etki gösterdiği görülmüştür. Büyümeyi, fotosentezi, hafif hasat pigmentlerini, hareketliliği, hücre şeklini ve yerçekimi yönelimini etkilediği bulunmuştur (Azizullah ve ark). Toprağa karışan deterjanlar florayı olumsuz etkilemektedir. Örneğin, daha yüksek konsantrasyonlar deterjanların çimlenmeyi ve büyümeyi azalttığı gözlemlenmiştir (Wahlberg, 1995 ve Källqvist, 1994).

Deterjanlarda temel bileşenlerinden biri olan yüzey aktif maddeler yüzeylere iyi bir şekilde adsorbe olur ve yıkama sonrasında giysilerde kalabilir. Daha sonra hassas bireylerde ve mevcut dermatolojik bozuklukları olan hastalarda cilt tahrişine neden olabilirler (Khodadoost F, 2019).

Bu çalışmada, tablet deterjanlar ile *P. sativum* tohumları üzerinde denemeler yapılarak EC50 değeri belirlendi. EC50 değeri Herhangi bir kimyasal maddenin deney organizmaları kontrol grubuna göre %50’sini hayatta bırakan etkili doza EC50 değeri denir. EC50, değerinin belirlenmesiyle birlikte, kullanılan kimyasal maddenin deney organizmalar üzerindeki etkili dozlar bulundu. EC50 ve 2xEC50 dozlarının belirlenmesiyle birlikte mitotik indeks hesaplanarak kullanılan tablet deterjanların sitotoksik etkilerinin belirlenmesi amaçlandı.

1-MATERYAL ve YÖNTEM:

1.1. Tohumların Sterilize Edilmesi:

P. sativum tohumları çimlenmeye bırakılmadan önce 10 dakika süre ile %1,5 sodyum hipoklorit çözeltisinde yüzey sterilizasyonuna tabi tutuldu. Daha sonra tohumlar distile su ile birkaç defa yıkandı.

1.2. Tablet Deterjanlarının Hazırlanması:

Katı tablet formundan 2 adet çevre dostu ve 2 adet standart bulaşık makinesi deterjan ticari olarak temin edildi. Her bir deterjan havanda iyice ezilerek toz haline getirildi ve deterjanlar için, kontrol grubu 0.5 g/L, 1g/L, 2g/L, 3g/L, 5g/L, 6 g /L, 7g/L ve 8 g/L olmak üzere toplamda 8 farklı doz hazırlandı (US-EPA). Hazırlanan dozlar 1000 mL distile suya tamamlanarak manyetik karıştırıcıda 1000 rpm hızda homojen bir şekilde karıştırıldı.

Çizelge 1: Bulaşık makinesi deterjanlarının isimleri ve kimyasal içerikleri

Bulaşık Makinesi Deterjanları	Kimyasal İçerikleri
E1	Sodyum sitrat dihidrat, sodyum karbonat, sodyum karbonat peroksit, modifiye yağlı alkol glikoleter, sodyum poliakrilat, taed, aqua, sodyum poliaspartat, sodyum silikat, peg, disodyum disilikat, akrilik kopolimer, sodyum karboksimetil inülin, bentonit, sodyum bikarbonat, proteaz, amilaz, parfüm, renklendirici
E2	%5-%15 Oksijen bazlı ağartıcılar, <5 polikarboksilat, noniyonik yüzey aktifler, parfüm, enzimler
S1	%10-%15 Sodyum karbonat, sodyum karbonat peroksit, alkol
S2	%5-%15 oksijen bazlı ağartıcılar, %5-%15 fosfonat, <5 noniyonik yüzey aktif madde, enzim (substilisın, amilaz), parfüm

1.3. Tohumların Çimlendirilmesi:

Sterilize edilmiş *P. sativum* tohumları, petri kaplarına alındı. Her bir petri kabına kurutma kağıdı konuldu ve 20 adet tohum yerleştirilerek tohumların üstü kurutma kağıdı ile kapandı. Petri kaplarına yerleştirilen tohumla etüve konularak 25C°'de 5 gün boyunca çimlendirilmeye bırakıldı.

1.4. EC50 Değerinin Belirlenmesi:

Çimlenen *P. sativum* tohumları 1. günden itibaren kök ölçümü alındı. Kök uzunluğu 0.1 cm kök ölçümü yapıldı ve 5 gün boyunca kök ölçümü alınarak EC50 değeri belirlendi. Bu işlem her bir deterjan için üç tekrarlı olarak gerçekleştirildi. 72. saatin sonunda kök uzunlukları değerleri bir internet programına girilerek, EC50 değeri tespit edildi.

1.5. Mitotik İndeks:

Mitoz bölünmenin olduğu saati belirlemek için, tohum ekimi yapıldıktan sonra 72 saat boyunca etüvde kalan *P. sativum* tohumlarının kökleri gözlendikten sonra bölünme saati 09:00-10:00 olarak belirlendi.

Mitoz bölünme için, ezme preperasyon yöntemi uygulandı. İlk olarak *P. sativum* kökleri ince cama alındı, 1 N HCI eklenerek 2 dakika bekletildikten sonra 2 dakika da %2'lik aseto orsein boyasıyla boyandıktan sonra bekletildi. Ardından kökler lam üzerine alınarak %2'lik aseto orsein 3 damla damlatıldı ve sivri uçlu spatula yardımıyla nazikçe ezilerek 2 dakika boyunca bekletildi.

Aseto orsein ile boyanan köklerin üzeri lamel ile kapatıldı ve ince tahta çubuk yardımıyla nazikçe vurularak kök ucu meristematik hücrelerin dağılması sağlandı. Örnekler ışık mikroskobu (DP71, Olympus Fotomikroskop) altında gözlendi. Her doz ve kontrol grubu için rastgele 5 adet kök örneği seçildi.

Farklı dozlar uygulanan *P. sativum* tohumlarında, her bir preparat için 1000 hücre olmak üzere toplamda 5000 hücre sayılarak mitotik indeks aşağıdaki formüle göre hesaplandı (Younis ve ark. 2019).

Bölünen hücre sayısı

$$M.I. (\%) = \frac{\text{Bölünen hücre sayısı}}{\text{Toplam hücre sayısı}} \times 100$$

2. Bulgular:

2.1 Çimlenme Yüzdeleri

Çizelge 1. Doz Miktarına Bağlı Olarak Tablet Deterjanların *P. sativum* Tohumların Çimlenme Yüzdelere Etkileri

Konsantrasyon Miktarı (g/L)	E1 (%)	E2 (%)	S1 (%)	S2 (%)
Kontrol	95	100	95	95
0.5	85	95	85	90
1	80	95	80	85
2	80	85	70	75

3	50	60	60	60
4	45	50	50	50
5	20	50	25	55
6	20	45	20	55
7	10	10	15	10
8	10	20	15	0

Her grup için 20 *P. sativum* tohumu kullanıldı. E1 deterjanda kontrol grubunda tohum çimlenmesi %95 oranındayken 0.5 g/L, 1g/L, 2 g/L de *P. sativum* tohumlarında çimlenme yüzdesi kontrol grubuna göre çok fazla değişmediği, 3g/L de çimlenme yüzdesinin %50'ye düştüğü saptandı. 3g/L den sonra *P. sativum* tohumlarında doz miktarına bağlı olarak tohumlarda çimlenme yüzdelerinin azaldığı gözlemlendi. E2 deterjanı uygulanan *P. sativum* tohumları kontrol grubunda tohum çimlenmesi %100 oranındayken 0.5 g/L, 1g/L, 2 g/L, 3g/L de *P. sativum* tohumlarında çimlenme yüzdesi kontrol grubuna göre çok fazla değişmedi. 4 g/L de *P. sativum* tohumlarının çimlenme yüzdesi %50'ye düştü, 4g/L den sonra doz miktarına bağlı olarak tohumlarda çimlenme yüzdeleri azaldı. S1 deterjanı uygulanan *P. sativum* tohumları kontrol grubunda tohum çimlenmesi %95 oranındayken 0.5 g/L, 1g/L, 2 g/L, 3g/L de *P. sativum* tohumlarında çimlenme yüzdesi kontrol grubuna göre çok fazla değişmediği, 4 g/L de *P. sativum* tohumlarının çimlenme yüzdesi %50'ye düştüğü saptandı. 4g/L den sonra *P. sativum* tohumlarında doz miktarına bağlı olarak tohumlarda çimlenme yüzdeleri azaldığı gözlemlendi. S2 deterjanı uygulanan *P. sativum* tohumları kontrol grubunda tohum çimlenmesi %95 oranındayken 0.5 g/L 1g/L 2 g/L, 3g/L de *P. sativum* tohumlarında çimlenme yüzdesi kontrol grubuna göre çok fazla değişmediği, 4 g/L de *P. sativum* tohumlarının çimlenme yüzdesi %50'ye düştüğü saptandı. 4g/L den sonra *P. sativum* tohumlarında doz miktarına bağlı olarak tohumlarda çimlenme yüzdeleri düşmüştür. 8g/L de *P. sativum* tohumunda çimlenme gözlemlendi (Çizelge 2).

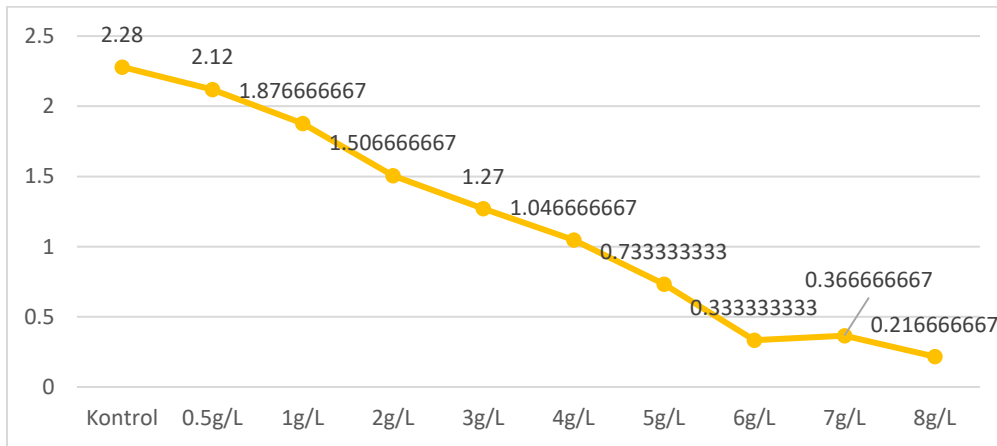
2.2. Tablet Deterjan Uygulanan Tohumların Morfolojisi ve EC50



Kontro 0.5 g/L 1 g/L 2 g/L 3 g/L 4 g/L 5 g/L 6 g/L 7 8 g/L
1

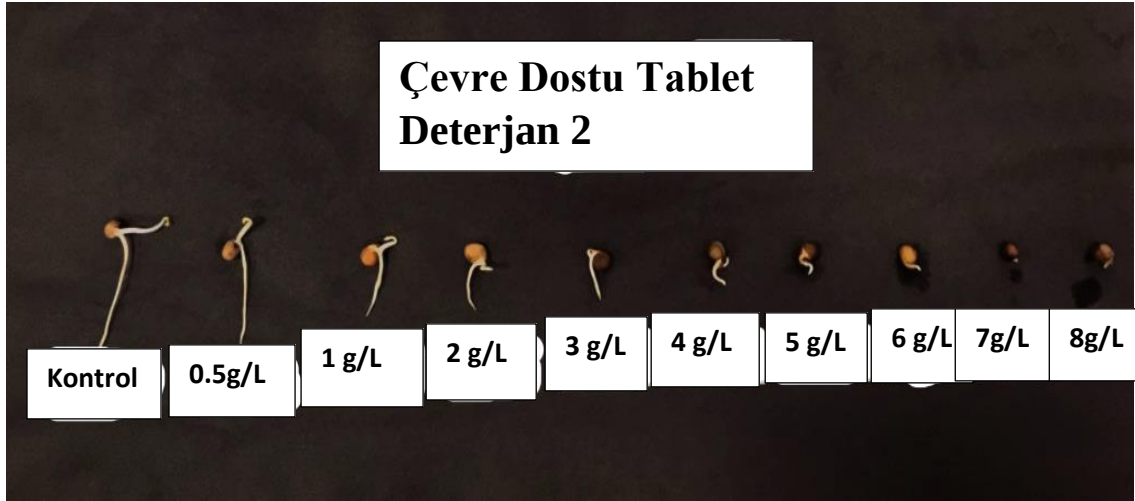
Görsel 1: Farklı dozlarda çevre dostu tablet deterjan (E1) uygulanan *P. sativum* tohumlarının kök morfolojileri

E1 deterjanı uygulanan *P.sativum* tohumlarında doz miktarı arttıkça tohumların köklerinin azalması ve tohumlarda kararma meydana gelmiştir. 7 g/L ve 8 g/L uygulanan *P.sativum* tohumlarının köklerde erime meydana geldiği gözlemlendi (Görsel 1).



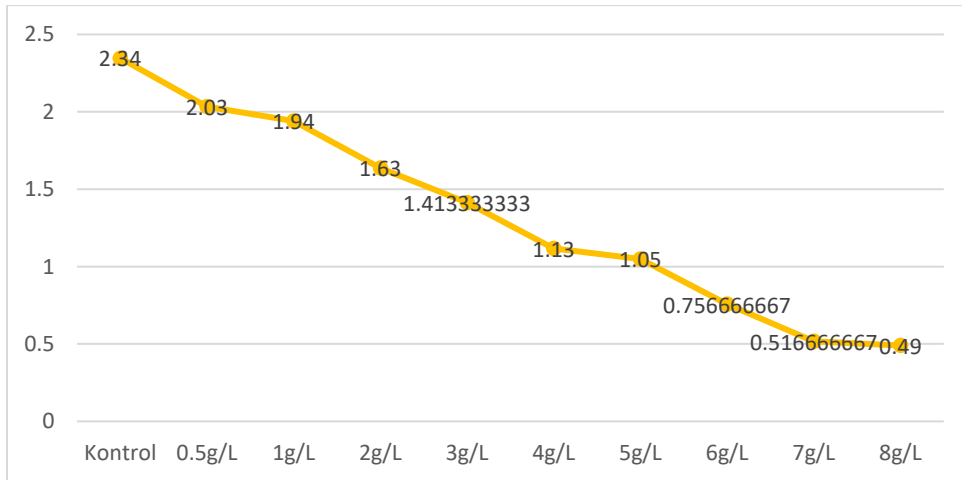
Görsel 2: E1 deterjanı uygulanan *P.sativum* tohumlarının kök uzunluklarının ortalaması

E1 deterjanı uygulanana *P.sativum* tohumlarının 72. saatin sonunda tohumlara uygulanan doz miktarları arttıkça kök uzunluklarının ortalamasında belirgin azalış gözlemlendi. EC50 değeri Kontrol baz alınarak hesaplandı. Kontrolde 2.28 cm iken kök uzunluğunu yarıya indiren etki konsantrasyonu 1.27cm ile 3g/L olarak bulundu (Görsel 2).



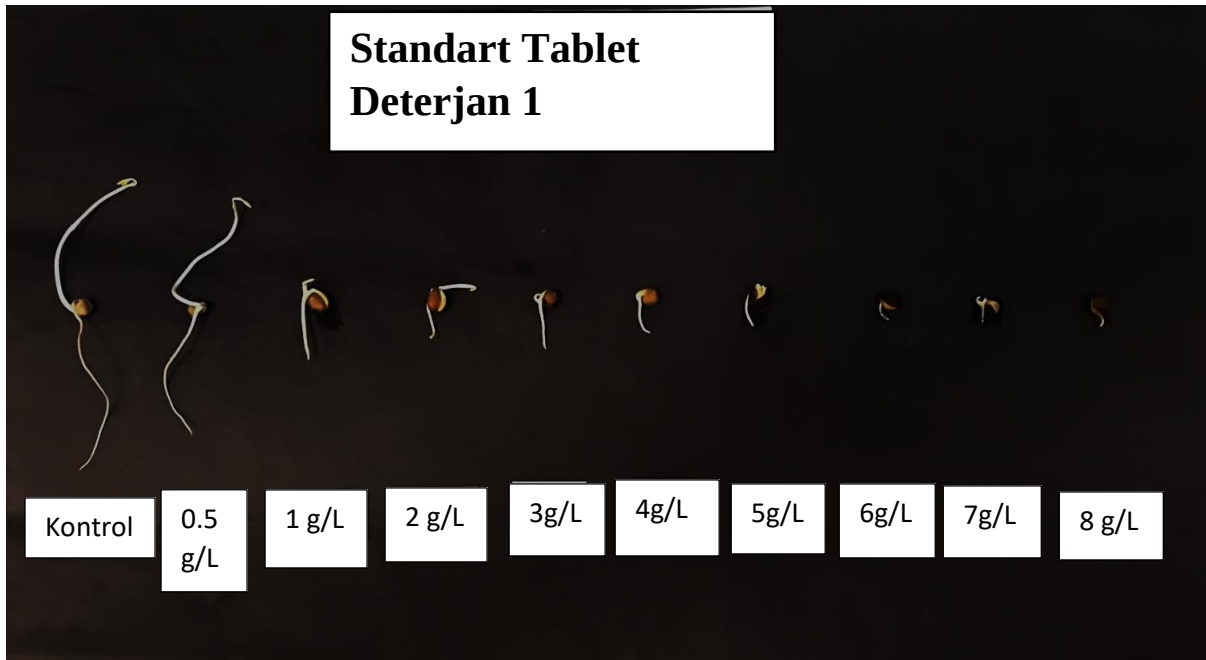
Görsel 3: Farklı dozlarda çevre dostu tablet deterjan (E2) uygulanan tohumların kök uzunluklarının morfolojik görünümü.

E2 deterjanı uygulanan *P.sativum* tohumlarında doz miktarı arttıkça tohumların köklerinin azalması ve tohumlarda kararma meydana gelmiştir (Görsel 3).



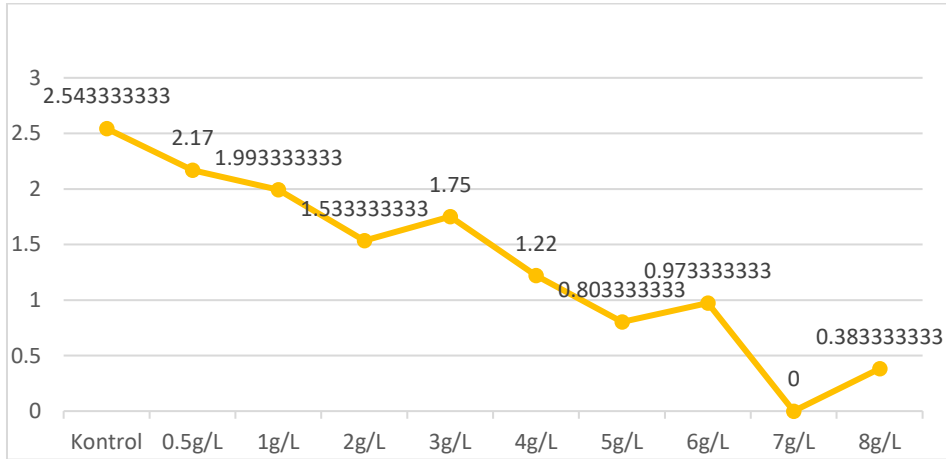
Görsel 4: E2 deterjanın uygulanan *P.sativum* tohumlarının kök uzunluklarının ortalaması

E2 deterjanı uygulanan *P.sativum* tohumlarının 72. saatin sonunda tohumlara uygulanan doz miktarları arttıkça kök uzunluklarının ortalamasında belirgin azalış gözlemlendi. EC50 değeri Kontrol baz alınarak hesaplandı. Kontrolde 2.34 cm iken kök uzunluğunu yarıya indiren etki konsantrasyonu 1.13cm ile 4g/L olarak bulundu (Görsel 4).



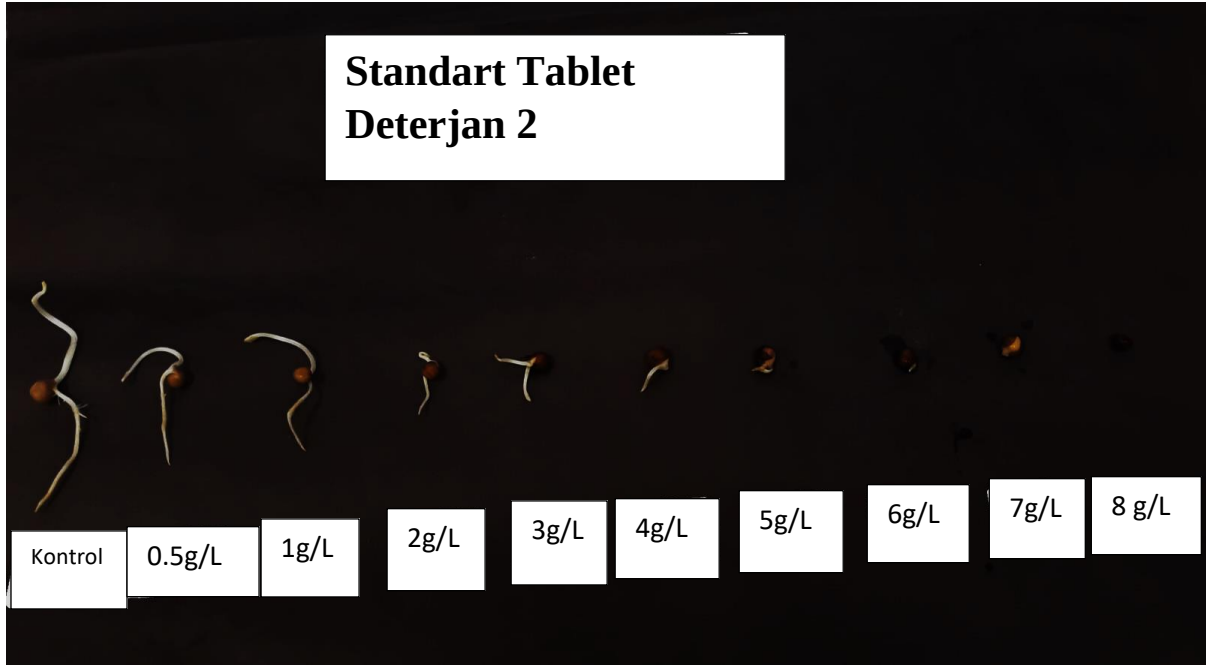
Görsel 5: Farklı dozlarda standart tablet deterjan (S1) uygulanan tohumların kök uzunluklarının morfolojik görünümü.

Farklı dozlarda standart tablet deterjan (S1) uygulanan tohumların kök uzunluklarında belirgin azalma ve doz miktarı arttıkça tohumlarda kararma meydana geldiği gözlemlendi (Görsel 5).



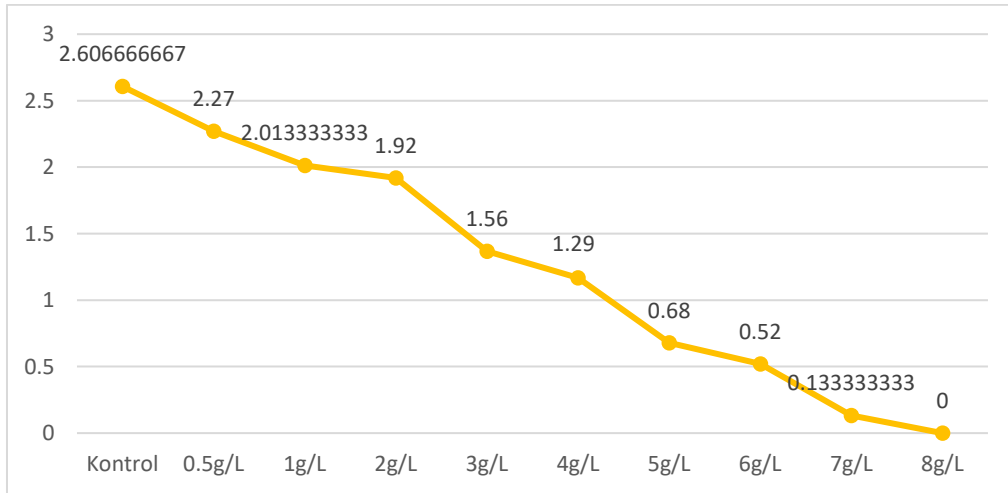
Görsel 6: S1 deterjanın uygulanan *P.sativum* tohumlarının kök uzunluklarının ortalaması

S1 deterjanı uygulanan *P.sativum* tohumlarının 72. saatin sonunda tohumlara uygulanan doz miktarları arttıkça kök uzunluklarının ortalamasında belirgin azalış gözlemlendi. EC50 değeri Kontrol baz alınarak hesaplandı. Kontrolde 2.54 cm iken kök uzunluğunu yarıya indiren etki konsantrasyonu 1.22cm ile 4g/L olarak bulundu (Görsel 6).



Görsel 7: Farklı dozlarda standart tablet deterjan (S2) uygulanan tohumların kök uzunluklarının morfolojik gösterimi.

Farklı dozlarda standart tablet deterjan (S1) uygulanan tohumların kök uzunluklarında belirgin azalma ve doz miktarı arttıkça tohumlarda kararma meydana geldiği gözlemlendi (Görsel 7).



Görsel 8: S2 deterjanın uygulanan *P.sativum* tohumlarının kök uzunluklarının ortalaması.

S1 deterjanı uygulanan *P.sativum* tohumlarının 72. saatin sonunda tohumlara uygulanan doz miktarları arttıkça kök uzunluklarının ortalamasında belirgin azalış gözlemlendi. EC50 değeri

Kontrol baz alınarak hesaplandı. Kontrolde 2.60 cm iken kök uzunluğunu yarıya indiren etki konsantrasyonu 1.29 cm ile 4g/L olarak bulundu (Görsel 8) .

2.3 Mitotik İndeks Yüzdeleri

Çizelge 7: Deterjan uygulanan *P.sativum* tohumlarında kök ucu meristematik hücrelerde mitotik indeks yüzdeleri

Mitotik İndeks (%)				
	E1	E2	S1	S2
Kontrol	16.31	16.31	16.31	16.31
EC50	15.40	17.06	14.86	15.78
2X EC50	15.65	17.06	7.17	9.94

EC50 değerleri kontrol grubuna göre E1 deterjanı 15.40, S2 deterjanı ise 15.78 mitotik indeks yüzdelерinin birbirine yakın olduğu görüldü. En yüksek mitotik indeks yüzdesi E2 deterjanında 17.06 bulundu. En düşük S1 14.86 mitotik indeks yüzdesi hesaplandı. 2X EC50 değerleri 7.17 ve 9.94 olan S1 ve S2 deterjanları 2x EC50 değerleri 15.65 ve 17.06 deterjanlara göre mitotik indeks yüzdelерinin daha düşük çıktığı tespit edildi. E1 ve E2 deterjanlardaki 2X EC50 değerindeki düşüş EC50 değerine yakın olduğu saptandı. E1 ve E2 deterjanları mitotik indeks S1 ve S2 deterjanlarına göre yüksek olduğu bulundu.

Tartışma ve Sonuç

Bitkilerde optimum büyüme ve gelişmenin gözlemlenmesi için yaklaşık 17 bitki besin elementine ihtiyaç vardır. Bu elementlerden en önemlileri hidrojen, karbon ve oksijendir (White, 2006; Gardiner ve Miller, 2008; Fageria, 2009). Zaten bitkiler, diğer 14 elementi topraktan zorunlu olarak almaktadırlar. Bitki besin elementleri anyon ve katyon halinde alınabildiği gibi moleküller halinde de alınabilmektedir (Wild, 1993; Kantarcı, 2000; Gardiner ve Miller, 2008). Bitkiler elementleri toprak yoluyla alıp hayatsal faaliyetlerini sürdürürler. Toprağa farklı bileşenlerin karışması bitki gelişimini olumsuz yönde etkiler.

Dünya genelinde deterjan üretimi yıllık 60 milyar doları bulmaktadır (Giagnorio, Amelio, Grüttner ve Tiraferri, 2017). Deterjanların bu derece yaygın kullanımı ekosisteme olumsuz etkileri vardır. Deterjanlardaki fosfatlar, dünyanın birçok yerinde suların ötrofikasyonuna sebep olmakla birlikte suda yaşayan diğer canlıların ölümüne sebep olmaktadır (Schindler 1974; Lee ve ark. 1978; Smith ve ark. 1999). Anyonik, katyonik yüzey aktif maddeler ve iyonik olmayan yüzey aktif madde Triton X-100 ile işleme tabi tutulan soğanlarda fitotoksik etkiler gözlemlendiği rapor edilmiştir (Akbaş, H ve ark., 2012). Geniş kullanım alanına sahip olan Bisfenolün A' nın *P. sativum* kök meristeminde, hücre iskelet elemanı olan mikrotübülün yapısında bulunan tübülün proteinini bozarak hücre döngüsünde bozunmalarla birlikte kromozomlarda

anormallikler, kök ve sürgün büyümesinde azalma ve morfolojik sapmalar meydana getirdiği rapor edilmiştir (Ioannis-Dimosthenis S. Adamakis ve ark.).

Bizim verilerimiz de standart ve çevre dostu deterjan uygulamalarının her ikisinde birden hücre döngüsünde benzer değişimler olabileceğini gösterdi. Bu çalışmada doz miktarına bağlı olarak tohumların kök uzunluklarında azalma, mitotik indekste azalma kullanılan tüm tablet deterjanlarda gözlemlendi. E1 ve E2 deterjanları, S1 ve S2 deterjanlara göre *P.sativum* tohum köklerinde daha az uzama olduğu saptandı çünkü E1 ve E2 deterjanları fosfat içermiyorlar. E1 deterjanında 3g/L, E2, S1 ve S2 deterjanında ise 4 g/L den sonra tohumların çimlenme yüzdeleri düştüğü gözlemlendi. S1 ve S2 deterjanları E1 ve E2 deterjanlarına göre mitotik aktiviteyi azalttığı tespit edildi. Deterjanların *P. sativum* tohumlarını morfolojik olarak da etkilediği gözlemlendi. Kök apikal meristemde sararma ve erimeler meydana geldi. Elde edilen veriler doğrultusunda tablet deterjanların hücre döngüsünde bazı proteinleri inhibe ettiği ve hücre bölünmesi sırasında mikrotübüllerin aktivasyonunu engellediği düşünülmektedir. Bu sitolojik etkilerin tüm deterjanlarda gözlemlenmesi sonucunda standart ve çevre dostu deterjanların toksisite açısından çok büyük bir farklılık olmadığını göstermektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Birimi KOU BAP FYL-2023-3327 nolu proje ile desteklendi. Desteklerinden dolayı teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKÇA

- [1] Akbaş, H., Dane, F. , Yılmaz, G. ,Öztürk, F. ,Leventer, S. Phytotoxic effects of six surfactants on *Allium cepa* L. plantlets. 2012
-
- [2] Bajpai D, Tyagi VK, Laundry detergents: an overview, 2007.
- [3] E. Smulders, W. Von Rybinski, A. Nordskog Laundry detergents, 1. Introduction, 2012.
- [4]Farhat NabeelaWaheed Murad,Imran Khan,IshaqAhmad Mian ,Hazir Rehman Muhamma d Adnan, Toxicity and detoxication of Swedish detergents and softener products, 2015
- [5] Hassan HEIDARI Effect of Irrigation with Contaminated Water by Cloth Detergent on Seed Germination Traits and Early Growth of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Not Sci Biol, 2013, 5(1):86-89 2003
- [6] José Juan Colas, Lara Dresser, Katie Morris, Hugo Lagadou, Rebecca H. Ward, Amy Burns, Steve Tear, Steven Johnson, Mark C. Leake, and Steven D. Quinn, The Mechanism of Vesicle Solubilization by the Detergent Sodium Dodecyl Sulfate, 2020.

- [7] Mattia Giagnorio, Antonio Amelio, Henrik Grüttner, Alberto Tiraferri, Environmental impacts of detergents and benefits of their recovery in the laundering industry, Journal of Cleaner Production 154, 2017.
- [8] Kantarcı M D . Toprak İlmi. İÜ Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İ Ü Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul, 420 s. 2000
- [9] Katony M. I. ,Abou Dohara, N M. Hassan and E. A. Ghozy Availability of Detergent, Biodegraded by *Bacillus subtilis*, to *Zea mays* Nutrition Egypt. J. Bot. 54, 2014.
- [10] M. St. J. Warne1 and A. D. Schiffko, Toxicity of Laundry Detergent Components to a Freshwater Cladoceran and Their Contribution to Detergent Toxicity Ecotoxicology and Environmental Safety 44, 196 206, 1999.
- [11] Nazmi Polat, Tamer Akkan, Assessment of Heavy Metal and Detergent Pollution in Giresun Coastal Zone, Turkey Volume 25 – No. 8 2016 .
- [12] Seyyed Alireza Mousavi, Farank Khodadoost, Effects of detergents on natural ecosystems and wastewater treatment processes: a review Environmental Science and Pollution Research 26:26439–26448, 2019.
- [13] S. Nedi, Ellizal, Nursyirwani, Feliatra, Fikar, Tanjung, R Pakpahan, Pratama University of Riau, Detergent Disposal into Our Environmentand Its Impact on Marine Microbes Effendi, I. International Conference on Environment and Technology (IC-Tech), 2017.
- [14] Younis M. E, Abdel-Aziz H. M. M, Heikal Y. M. , Nanoprimering Technology Enhances Vigor and Mitotic Index of Aged *Vicia faba* Seeds Using Chemically Synthesized Silver Nanoparticles, South African Journal of Botany, 2019.
- [15] Wahlberg, C. 1995. Tvattmedel Efekter pa reningsverk och miljo, VA-Forsk, Rapport Nr. 1995-09 (in Swedish).
- [16] White R.E Principles and Practice of Soil Science: The Soil as a Natural Resource. 4th Edition, Wiley-Blackwell Scientific Publication, London, United Kingdom 2006
- [17] <https://www.aatbio.com/tools/ec50-calculator>)

ARBUSKÜLER MİKORİZAL FUNGUS (AMF) SPORU VE MAP GÜBRE UYGULAMASININ BAZI MISIR ÇEŞİTLERİ İLE TOPRAK ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER ÜZERİNE ETKİSİ

Emel ATMACA

Selçuk Üniversitesi, ekaraarslan@selcuk.edu.tr-0000-0002-2049-2423

Marfaa Hasan Mahmood MAHMOOD

Selçuk Üniversitesi, marfaamahmood@gmail.com-0000-0001-7461-6295

ÖZET

Arbusküler Mikorizal Fungus (AMF)'lar doğada yaşayan kültür dışı bitkilerin hayatta kalmalarında önemli bir strateji ortaklığıdır. Bu nedenle doğadaki bu doğal mekanizmadan kültür bitkileri yetiştiriciliğinde de faydalanmak gereklidir. Kullanılan gübre miktarını azaltma açısından bu simbiyotik mutualizm bitki yetiştiriciliğinde mutlaka yer almalıdır. Doğada serbest halde birçok bitki ile sıkı bir ortaklık oluşturan bu mantarların çalışma gücü birçok biyotik ve abiyotik faktör tarafından etkilenir. Yetiştirilen bitkinin saf ya da hibrit olması ya da toprağa verilen kimyasal gübreden nasıl bir etki oluşacağı ile ilgili fazla bir çalışma yapılmamıştır. Bunu anlamak için Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü'nde ADA mısır popülasyonu üzerinde yürütülen ıslah çalışmalarının farklı döngülerinden alınan mısır popülasyonun başlangıç materyali "Adapop1-C₀ (G₁)", 2 döngü tamamlanmış materyali "Adapop1(S₁)C₂ (G₂)", 4 döngü tamamlanmış materyali "Adapop1(S₁)-C₄ (G₃)" ve piyasadan temin edilmiş DEKALB DKC 5741 at dışı mısır tohumları (G₄) kullanılmıştır. Düşük organik madde ve yüksek kireç içerikli, kumlu killi tınlı bir toprak kullanılmıştır. Fosforlu gübre olarak MAP (0-100 mg kg⁻¹) ve AMF sporu olarak ta SHUBHODAYA ticari isimli (0-200 adet) mikrobiyal gübre kullanılmıştır. Yaklaşık 70 günlük bir denemenin ardından toprak analiz sonuçları ile yapılan uygulamalar arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile belirlenmiştir. Analiz sonucuna göre; kullanılan mısır çeşidi ile Ca, Mg arasında negatif ve önemli, spor sayısı ile pozitif ama önemsiz bir ilişki görülmüştür. AMF spor uygulaması ile toprağın spor sayısı ve Ca-Mg içeriği ile pozitif ve önemli, P-Fe-Mn içeriği ile pozitif ve çok önemli, N ve K içeriği ile negatif ve önemli, organik madde içeriği ile de negatif ve önemsiz bir ilişki belirlenmiştir. Fosforlu gübre uygulaması ise toprağın spor sayısı ve kireç içeriği ile pozitif ve önemli bir ilişki gösterirken, organik madde içeriği ile negatif ancak çok önemli bir ilişki ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Arbusküler Mikorizal Fungus, mısır, spor, gübre, korelasyon.

The Impact of Arbuscular Mycorrhizal Fungus (AMF) Spore and MAP Fertilizer Application on the Relationships Between Some Maize Varieties and Soil Properties

ABSTRACT

Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) represent a crucial symbiotic partnership in the survival of non-cultivated plants in nature. Therefore, it is necessary to benefit from this natural mechanism in the cultivation of cultural crops in nature as well. In terms of reducing the amount of fertilizer used, this symbiotic mutualism must necessarily be included in plant cultivation. The functional capacity of these fungi, which form strong partnerships with many plants in their natural state, is influenced by various biotic and abiotic factors. There has not been much research conducted on whether the cultivated plant is pure or hybrid, and the impact of the chemical fertilizer applied to the soil. To address this gap, maize populations obtained from different breeding cycles of ADA maize at the Sakarya Maize Research Institute were utilized as follows: the initial material from the breeding program "Adapop1-C₀ (G₁)," material after two cycles "Adapop1(S₁)C₂ (G₂)," material after four cycles "Adapop1(S₁)-C₄ (G₃)," and commercially acquired DEKALB DKC 5741 female maize seeds (G₄). A soil with low organic matter and high lime content, characterized by a sandy clay loam texture, has been used. Monoammonium phosphate (MAP, 0-100 mg kg⁻¹) was used as phosphorus fertilizer, and SHUBHODAYA, a commercial microbial fertilizer, was used as AMF spores (0-200 units). After an approximately 70-day experiment, the relationships between soil analysis results and treatments were determined through correlation analysis. According to the analysis, a negative and significant relationship was observed between the maize variety used and Ca, Mg, while a positive but insignificant relationship was observed with spore count. The application of Arbuscular Mycorrhizal Fungus (AMF) spores was found to establish a positive and significant correlation with soil spore count and Ca-Mg content. Additionally, a positive and highly significant relationship was identified with P-Fe-Mn content. Conversely, a negative and significant correlation was established with N and K content, while a negative and insignificant relationship was determined with organic matter content. Phosphorus fertilizer application demonstrated a positive and significant relationship with spore count and lime content and a negative but highly significant relationship with organic matter content.

Keywords: Arbuscular Mycorrhizal Fungus, maize, spore, fertilizer, correlation.

1. GİRİŞ

Arbusküler Mikorizal Funguslar “AMF” büyümek ve yaşam döngülerini tamamlamak için canlı bir konukçu bitkinin kökleri ile simbiyotik bir ilişki geliştirmek zorunda olan zorunlu biyotrof gruptur (Parniske, 2008). AMF sporları bitkilerin (özellikle otlar, tarımsal ürünler ve çayırların) %80-90’ının kökünde bulunur ve bitkiler ile simbiyotik yaşamın tipik özelliği olan karşılıklı yarar içerisinde bulunurlar (Wang ve Qiu, 2006).

Fungus sporlarının çimlenmesi ile meydana gelen hif ve devamında oluşan Miseller bitki köklerinin hem içinde hem de dışında gelişerek adeta bitki kökleri ile toprak arasında bir ara yüz görevi görürler. Miseller gerek kök içinde, gerekse dışında gelişmeye başlaması (enfeksiyon) ile birlikte bitkiye başta fosfor ve azot olmak üzere tüm toprak mineral besinlerini ve su alımını sağlarlar. Ayrıca kökte bulunan bu yapılar bazı antibiyotik maddeler salgılayarak bitkiyi patojenlere karşı korur. Karşılığında ise fotosentetik bileşiklerden yararlanırlar (Bonfante ve Genre, 2010).

Bu ortak yaşam mekanizmasının karşılıklı yararlanma temelli olması göz önünde bulundurulduğunda; AMF sporu olmayan topraklarda bitkiler, yetiştirici tarafından uygulanan besin maddelerinin az bir kısmını kullanmakta bu da daha fazla gübre uygulamasını gerektirmektedir. Çünkü mikorizal ortak yaşamda bitki tarafından alınan besin maddelerinin elverişliliği (biyotik ve abiyotik faktörlere bağlı olarak) büyük ölçüde farklılık göstermektedir. Hiflerin çapı kök kılcal tüylerinden ince olduğundan dolayı AMF sporu ile enfekte olmuş bitki kökleri olmamış bir köke oranla daha fazla alanlara uzanabilir. Bu sayede de bitki kök alanından köke daha fazla besin alınabilmesini sağlar. Yani kısaca enfekte olan bitki köklerindeki hifler ile artan emici yüzey alanı sayesinde kök daha fazla su ve besin elementine değinim yapacağından bitkinin daha iyi beslenmesi sağlanmış olur. Ayrıca AMF ortaklığında köklerde oluşan hifler besin maddelerini bitkilerin daha kolay alabileceği formlara dönüştürme yeteneğine de sahiptirler. Örneğin, birçok iyonu çözen veya şelatlayan organik asitleri salgılayabilir veya bunları minerallerden serbest bırakabilir (çözebilir) ve bu besinleri bitkilerin kullanabileceği formlara dönüştürebilirler. Bu, özellikle kaba kök yapısı olan bitkiler ve köklerin kısıtlı büyüme ortamlarında olduğu durumlar için yani köklerin küçük bir hacimle sınırlı olduğu ve köklerin daha büyük hacimde toprağa ulaşma imkânının olmadığı ortamlarda (konteyner, seracılık, topraksız tarım, yükseltilmiş sebze yatakları) yetiştirilen bitkiler için çok önemlidir. Hatta mikorizal yapılar (özellikle hifsel dokudan oluşan vesiküller ve hifsel koful hücreleri) besin maddelerini fazla olduklarında depolayabilir ve daha sonra ihtiyaç duyulduğunda bitkiye sağlayabilir (Bonfante and Genre, 2010). AMF bitki beslenmesini özellikle P alımında daha fazla iyileştirebilmektedir (Smith ve Read 2008). Araştırmacılar AMF inokulumunun toprağa aşılınması ile bitkisel üretimde P’lu gübrelere olan bağımlılığının nasıl azaltılabileceğini ve bununla beraber olarak da bitkisel üretimi nasıl artırabileceğini incelemiştir (Jeffries ve ark. 2003; Lekberg ve ark. 2008). AMF inokulum uygulamasının geniş arazilerdeki bitkisel üretim üzerindeki etkileri olumlu (Douds ve ark. 2007), nötr (Grant ve ark. 2005) ve olumsuz (Li ve ark. 2005; Stewart ve ark. 2005) olmuştur. Geniş arazilerde mevcut yerli AMF sporlarının uygulanan ticari AMF sporlarından daha az rekabetçi olması (Muok ve ark. 2009), tarımsal alanlarda yoğun gübre ve pestisit kullanımının AMF aktivitesini engellemesi (Bethlenfalvay ve ark. 1992; Busse ve ark. 2004; Garcia- Garrido ve Ocampo

1988) ve modern ürün çeşitlerinin eski çeşitlere göre AMF'ye daha az bağımlı olması (çünkü modern çeşitlerin yüksek toprak verimliliği koşulları altında seçilmesi) durumları nötr veya olumsuz etkilerin muhtemel nedenlerini oluşturmuştur (Zhu ve ark. 2001). Tahıl çeşitlerinin modern ıslahında, yüksek verimli ürünlerin seçimi genellikle yüksek toprak verimliliğine adaptasyonla sonuçlanan özelliklerin seçimini gerektirdiğinden, bu durum modern tahıl çeşitlerinin AMF'ye olan bağımlılığının azalmasına yol açmıştır (Baon ve ark. 1993; Hetrick ve ark. 1992; Zhu ve ark. 2001).

Gübre ve pestisit uygulamalarının AMF'yi engellediği düşünülse de, yoğun ürün yönetiminde (Gai ve ark. 2010; Oehl ve ark. 2004) toprağın kullanılabilir P içeriği yüksek olduğunda AMF sporlarının köke girememesinden kaynaklı olarak toprak hala zengin bir AMF topluluğu içerebilir (Thomson ve ark. 1992; Vestberg ve ark. 2011). Derin topraktaki AMF toplulukları yüzeye yakın olanlardan farklı olsa da, derin köklü bitkiler açısından değerlendirdiğimizde toprak profillerinin derinliklerinde bile AMF çeşitliliği önemli olabilir (Gai ve ark. 2010; Oehl ve ark. 2005). AMF tür zenginliği bitki ontogenesisine göre değişir. Örneğin, ABD'nin Nebraska eyaletinde yüksek verimli mısırın rizosfer toprağındaki yerli AMF topluluğundaki çeşitlilik, vejetatif büyüme aşamasında nispeten düşükken, üreme aşamasında büyük ölçüde artmış ve ürüne P sağlamıştır (Grigera et al. 2007). Ama, AMF spor tür zenginliği, büyük miktarlarda mineralize gübre, organik gübre veya pestisitlerin yıllık uygulamalarından bağımsız olarak kısmen yüksek de kalabilmiştir. Yüksek düzeyde P (75 mg kg^{-1} toprak Olsen-P'ye kadar) içeren ve 20 yıl boyunca sürekli olarak karpuzun ekildiği bir tarlada 3 AMF cinsine ait 13 tür bulunmuştur (Jiao ve ark. 2011). Bu ve buna benzer birçok çalışma, yerli AMF topluluklarının yoğun tarım sistemlerinde hala tür ve popülasyon yoğunluğu bakımından zengin olabileceğine işaret etmektedir. Bu nedenle, bitkisel üretimde kimyasal P'lu gübre bağımlılığını azaltmak için mikorizal duyarlılığı daha yüksek ürün çeşitleri yetiştirerek yerli AMF topluluğundan yararlanmak gereklidir. Bu, tarımda dışa bağımlılığı önleme ve yerel kaynakların gerek etkin kullanımı gerekse sürdürülebilirliği açısından da oldukça önemlidir.

Yapılan bu çalışma ile yerel mısır hatları ve hibrit mısır tohumlarına AMF ve MAP uygulanarak hasat sonrası toprak özellikleri ile aralarındaki ilişkilerin yönü belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla bazı mikorizal parametreler ve topraktaki makro ve mikro besin elementleri arasındaki ilişkiler korelasyon analizleri ile saptanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

Çalışmada kullanılan toprak Selçuk Üniversitesi Alâeddin Keykubat Yerleşkesi'nin $38^{\circ}1'35''\text{K}$, $32^{\circ}30'25''\text{D}$ koordinatlarından 1220 m rakıma sahip bir alanından örneklenmiştir.

Denemede mikorizal gübre olarak SHUBHODAYA ticari isimli mikrobiyal gübre kullanılmıştır. Paket içeriği 50 g olup, 10000 adet propagül içermektedir. Aşılama materyali olarak denemede kullanılan 3 kg.lık saksılara 50 şer gram (yaklaşık 200 adet) inokulum materyali, mısır tohumlarının altına gelecek şekilde aşılanmıştır. Denemede 3 kilogram kapasiteye sahip kahverengi saksılar kullanılmıştır. Saksı havalandırma deliklerinden spor kaybını önlemek için saksı tabanına kaba filtre kâğıdı yerleştirilmiştir.

Kullanılan tohumlar Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü'nde ADA mısır popülasyonu üzerinde yürütülen ıslah çalışmalarının farklı döngülerinden alınan mısır tohumlarıdır. Populasyon ıslahında kullanılan “S₁” Tekrarlamalı Seleksiyon Yöntemi'ne göre başlangıç materyali “Adapop1C” dir; sıfır döngü tamamlamıştır, “Adapop1(S₁)-C₁” bir döngü, “Adapop1(S₁)-C₂” iki döngü, “Adapop1(S₁)-C₃” üç döngü ve “Adapop1(S₁)-C₄” dört döngü tamamlamış materyallerdir. Çalışmada bu populasyonun başlangıç materyali “Adapop1-C₀ (G1)” ve 2 döngü tamamlanmış materyali “Adapop1(S₁)C₂ (G2)” ve 4 döngü tamamlanmış materyali olan “Adapop1(S₁)-C₄ (G3)” mısır hatları kullanılmıştır. Ayrıca piyasada ticari olarak satılan ve ülkemizde yaygın olarak ekimi yapılan (DEKALB DKC 5741) (G4) at dişi mısır tohumları da hibrit tohum olarak kullanılmıştır.

Denemede kimyasal gübre olarak, yapılan bazı çalışmalarda diğer gübrelerle göre mikoriza ile daha olumlu bir etkileşim gösteren (AMF spor oluşumunda daha az olumsuz etkisi olan) MAP (12-61-0) gübresi kullanılmıştır. MAP'tan 3 kg.lık saksılara denemenin kurulmasından iki hafta sonra 0 ve 100 mg kg⁻¹ olacak şekilde verilmiştir (Youssef ve ark., 2017).

Kullanılan toprağın pH'sı 8.2 (hafif alkalın), (Richards, 1954; Ülgen ve Yurtseven, 1974), EC'si 280.6 µs/cm (hafif tuzlu) (Richards, 1954; Ülgen ve Yurtseven, 1974), organik maddesi 1.47% (az) (Ülgen ve Yurtsever, 1974), kireç içeriği 37.1% (çok fazla kireçli), (Ülgen ve Yurtsever, 1974), tekstürü ise “Kumlu killi tın”dır (Ülgen ve Yurtsever, 1974). Besin element içerikleri P 12 mg kg⁻¹ (Az), (FAO, 1990), alınabilir K 24.13 mg kg⁻¹ (Çok az), alınabilir Mg 24.32 mg kg⁻¹ (Çok az), alınabilir Ca 1464.99 mg kg⁻¹ (Yeterli), B 0.08 mg kg⁻¹ (Yetersiz), Fe 1.59 mg kg⁻¹ (çok az) (Lindsay ve Norwell, 1969), Cu 0.25 mg kg⁻¹ (Az) (Follet, 1969), Zn 0.5 mg kg⁻¹ (az) (FAO, 1990), Mn 3.72 mg kg⁻¹ (orta) (FAO, 1990) olarak belirlenmiştir. Toprağın spor sayımı ise 13 adet 10g⁻¹ toprak, (orta) (Sharif ve Moavad, 2006) olarak belirlenmiştir. Deneme bilgisayar kontrollü olmayan koşullara sahip cam bir serada yürütülmüştür. Deneme süresince bitkilerin yetiştirildiği seranın sıcaklık değerleri ortalaması 22.41°C, nem değerleri ortalaması ise %41.39 olarak belirlenmiştir.

Çalışma 2 farklı fosfor dozu (0-100 mg kg⁻¹), 2 farklı AMF spor aşılması (+AMF sporu, -AMF sporu), 4 mısır genotipi (populasyon ıslahı ile geliştirilmiş 3 adet at dişi saf hat ve bir adet hibrit çeşit) ile 4 tekerrür olacak şekilde toplam 64 saksı ile tesadüf parselleri deneme deseninde yürütülmüştür.

2.2. Metot

Mısır tohumu her saksıya 6 adet ekilmiş, tohum çıkışını takiben her saksıda 3 bitki kalacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır. Yaklaşık yetmiş gün süren bu deneme mısırlar sapa kalkma döneminden önce sonlandırılmıştır. Sonlandırılan denemeye ait topraklarda toprak reaksiyonu (pH) 1:2,5'luk toprak:su saf süspansiyonunda pH metre ile (Richards, 1954), elektriksel iletkenlik (EC) 1:5'luk toprak:su karışımında iletkenlik aleti (EC metre) kullanılarak (U. S. Salinity Lab. Staff, 1954) organik madde; organik madde oksidasyonu esasına dayanan “Smith Weldon” yöntemi ile (Smith ve Weldon, 1941), kireç (CaCO₃%) Sheibler kalsimetresi kullanılarak 1:3'lük HCl ile karıştırılan topraktaki kalsiyum karbonatın parçalanması sonucu açığa çıkan CO₂'nin standart sıcaklık ve basınç altındaki hacmi esas alınarak (Hızalan ve Ünal, 1965), toplam N; Kjeldahl yöntemine göre (Bremner, 1965), bitkiye yarayışlı fosfor;

molibdofosforik mavi renk yöntemine göre (Olsen ve ark., 1954), değişebilir Ca, Mg, Na, K; Kacar (1997) tarafından bildirildiği şekilde 1 N amonyum asetat (pH=7.0) ile ekstrakte edilen süzükteki Ca, Mg, Na ve K'un ICP-AES'te okunması ile, toprakta alınabilir bor miktarı; Cartwright ve ark. (1983) tarafından bildirildiği şekilde 0.01 M CaCl_2 +0.01M Mannitol yöntemiyle, iz elementler; toprak örneklerinin dietilentriaminpentaasetikasit (DTPA) çözeltisinde ekstrakte edildikten sonra süzükteki Fe, Cu, Zn ve Mn, ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer) (Varian-Vista) aletinde okunması ile (Lindsay ve Norwell, 1978) ve AMF sporlarının izolasyonu ve sayımı ise ıslak eleme metoduna göre (Gerdeman ve Nicolson, 1963) belirlenmiştir.

Deneme kapsamında elde edilen sonuçlar tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. F testi yapılmak suretiyle farklılıkları tespit edilen uygulamaların ortalama değerleri LSD önem testine (%5 ve %1) göre gruplandırılmıştır.

Toprağın kimyasal özellikleri ile AMF sporları arasındaki ilişkileri belirlemek için Pearson korelasyon testi yapılmıştır (MINITAB Ver. 16.0 programı kullanılmıştır).

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Yaklaşık 70 günlük bir vejetasyon süresinin sonlandırılmasının ardından saksıdaki topraklarda pH, EC, CaCO_3 , organik madde, Azot (N), Fosfor (P), Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Bor (B), Demir (Fe), Bakır (Cu), Mangan (Mn) ve Çinko (Zn) analizleri yapılmış ve AMF spor sayıları belirlenmiştir. Belirlenen bu değerler ile denemede kullanılan mısır çeşidi, AMF spor ve fosforlu gübre uygulaması arasındaki ilişki korelasyon analizi ile belirlenmiştir.

Yukarıda sayılan analizlere ait verilerle, denemede kullanılan mısır çeşidi, mikoriza uygulaması, fosfor uygulaması arasındaki ilişkilere ait korelasyon analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'den görüleceği üzere kullanılan mısır çeşidi, P, AMF spor uygulamaları ile toprağın AMF spor sayısı, makro-mikro besin elementi kapsamları arasındaki ilişkilerin bazıları önemli, bazıları da önemsiz ($P<0.01$ ve $P<0.05$) çıkmıştır.

Yapılan korelasyon analizine göre; 1) kullanılan mısır çeşidi ile toprağın Ca ve Mg içeriği arasında önemli ve negatif bir ilişki (sırasıyla $r=-0.352^*$ ve $r=-0.330^*$) belirlenirken, toplam spor sayısı ile arasında pozitif ancak önemsiz ($r=0.133$) bir ilişki belirlenmiştir. İslah çalışması yapılan bitkilerde, odaklanılan temel özellikte istenilen düzeltmeler yapılırken, diğer bazı özellikler değişebilir. Ancak hedeflenen amaçta değişen diğer özelliklerin etkisi odaklanılan çalışma sonucunu fazla etkilemeyecekse; ıslah çalışması bu şekli ile kabul edilebilir. İşte kullanılan mısır tohumları ıslah çalışmalarının farklı döngülerinden alınan çeşitler olduğundan değişen bazı özellikler bitki gelişimi için elzem Ca ve Mg gibi besin elementleri aralarındaki etkileşimin yönünü negatif çıkarabilir. Yine AMF spor türleri de birçok bitki çeşidi ve onların genetik özelliklerine göre farklılık yaratmaktadır. Liu ve ark. (2003)'da konukçu bitki genotiplerinin mikorizal gelişim için farklı elverişlilikte olduğunu bildirmiş ve bu nedenle bitki genotiplerinin daha az verimli topraklarda mahsul kullanımını ve besin alımını arttırmak için farklı kapasitelere sahip olabileceğini belirtmiştir. Bhattarai ve Mishra (1984)'da AMF kolonizasyonunun bitkinin çeşidi ile birlikte değiştiğini bildirmişlerdir.

2) Denemede kullanılan AMF spor uygulaması ile toprağın toplam spor sayısı, toprağın Ca ve Mg içeriği arasında önemli ($P<0.05$) ve pozitif (sırasıyla $r=0.341^*$, $r=0.324^*$, $r=0.351^*$), P, Fe ve Mn içeriği arasında ise oldukça önemli ($P<0.01$) ve pozitif (sırasıyla $r=0.590^{**}$, $r=0.428^{**}$, $r=0.515^{**}$) bir ilişki belirlenmiştir. Toprağın N ve K içerikleri ise AMF spor uygulaması ile olumsuz ve önemli (sırasıyla $r=-0.420^*$, $r=-0.281^*$) bir ilişki ortaya koymuştur. Ayrıca denemede kullanılan AMF spor uygulaması ile toprağın organik madde arasında ise önemsiz ve negatif bir korelasyon görülmüştür ($r=-0.369$).

Hasat sonrasında yapılan AMF spor sayımına göre toprağın spor sayısı AMF spor aşılması tarafından olumlu yönde etkilenmiştir. AMF'lar bitkilerin başta P alımını artıran mikrobiyal gübrelerdir. Buna bağlı olarak ta bitki çeşitleri göreceli olarak toprak fosforunun alınmasında farklılıklar gösterebilir (Pursglove ve Sanders, 1981). AMF sporları tarafından infekte olan bitkilerin morfolojik ve fizyolojik adaptasyonlarının artışı P alımını önemli ölçüde iyileştirebilir (Cogliatti ve Clarkson, 1983). Mikorizal spor uygulamasına bağlı olarak bitki kök tüylerinde meydana gelen artış, bitki köklerinden fosforla birlikte yine N, K, Ca, Mg gibi makro ve Fe, Cu, Zn, Mn gibi mikro besin elementlerinin de daha iyi alınmasını sağlar. Ancak, bitki gelişme ortamında yoğun fosfor olması durumu ile saçak kökü fazla olan bitkilerin olduğu ortamlarda mantar sporlarına olan ihtiyaç düştüğünden dolayı kolonizasyon oranı azalmaktadır. Kolonizasyonun azalması ise AMF spor sayısının azalması demektir (Galvez ve ark. 2001). Tablo 1'den görüldüğü gibi toprağın makro besin elementi içeriklerinden Ca, Mg ve P ile mikro besin elementlerinden Fe ve Mn içeriği AMF spor aşılmasından olumlu yönde etkilenmişlerdir. Diğer makro besin elementlerinden N ve K ise AMF spor aşılmasından, olumsuz olarak etkilenmişlerdir. Besin elementlerinin durumları yukarıda değinildiği gibi topraktan ziyade bitkide alınan miktarlar tarafından yönlendirilmektedir.

3) Denemede kullanılan P'lu gübre uygulaması ile toprağın toplam AMF spor sayısı ve kireç içeriği ile arasında $P<0.05$ seviyesinde önemli ve pozitif ($r=0.301^*$ ve $r=0.346^*$) bir ilişki görülürken, deneme sonrası toprağındaki organik madde içeriği ile arasında ise çok önemli ($P<0.01$) ancak olumsuz bir ilişki ($r=-0.491^{**}$) görülmüştür.

AMF'nin önemli bir yararı, mineralize toprak besinlerini alma kapasitesini artımasıdır (Ma'der ve diğerleri, 2000). Bu, özellikle organik sistemlerde genellikle eksik olan P için geçerlidir (Entz ve diğerleri, 2001). P toprakta hareketsizdir ve AMF, P'yi daha verimli bir şekilde alabilir ve P'yi bitki kök sisteminden daha uzun mesafelerde taşıyabilir (Ezawa et al. 2002).

Toprağın organik maddesi AMF spor aşılması ile P uygulamasından olumsuz yönde etki bulurken, kireç içeriği ise P uygulaması ile olumlu yönde ilişki göstermiştir. AMF kolonizasyonu ile toprak organik karbonu arasındaki negatif korelasyon genelde topraktaki organik gübre varlığından kaynaklanır. Nitekim, Piotrowskia ve ark. (2008) bitki köklerinde en düşük kolonizasyonun, AMF hif uzunluğu ve inokulum potansiyelinin toprakta en yüksek organik madde ve kompost miktarı olan yerlerde olduğunu belirlemişlerdir. Yine Das ve Kayang (2010)'da organik karbon ve AMF kolonizasyonu arasında önemli bir negatif korelasyon saptamışlardır. Yine bazı çalışmalarda toprakların organik madde kapsamı ile AMF spor kolonizasyon oranı ve topraktaki spor sayısı arasında pozitif korelasyon olsa da bu değer önemli çıkmamıştır (Moreirta ve ark. 2006; Piotrowskia ve ark. 2008).

Araştırma toprağının kireç içeriği çok yüksek (%0.1-46) sınıfına girmektedir. Toprak fosforu böyle durumlarda $Ca_3(PO_4)_2$ veya $Mg_3(PO_4)_2$ şeklinde çözünemez duruma geçer ve toprakta

elverişsiz miktarı artar. Aynı zamanda kireç içeriği ile bazı durumlarda toprak pH'sını artırdığından dolayı alkaline ortama daha dayanıklı bazı spor çeşitleri açısından pozitif bir etki yapabilir. Nitekim, Siqueira ve ark. (1990) tarafından yapılan bir çalışmada topraklara kireç uygulamaları sonucunda spor üretiminin ve buna bağlı olarak ta toprağın P içeriğinin önemli oranda arttığı belirlenmiştir.

Toprağa AMF spor aşılması yapıldı bu ortak yaşam topraktaki fosforun faydalı hale geçmesini sağladığı için toprakta elverişli P miktarı artmaktadır. Fosforun kireç içeriği yüksek olan topraklarda kalsiyum fosfat $Ca_3(PO_4)_2$ ve $Mg_3(PO_4)_2$ şeklinde tutulma miktarı artar. Dolayısı ile toprak analiz edilince fosfor miktarı gibi Ca ve Mg miktarlarında da fiksasyondan dolayı artış görülür.

4. SONUÇ

Toprak özellikleri ile kullanılan mısır çeşidi, AMF spor aşılması ve P'lu gübre uygulaması arasındaki ilişkilerde pozitif, negatif yönlü korelasyonlar önemli ve önemsiz çıkabilmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar açısından kullanılan materyaller aynı ve koşullar sabit bile kalsa aynı kurulacak olan aynı denemede aynı sonuçların alınması çok zordur. Bu farklılık fosforlu gübre ve mısır çeşitlerinden ziyade kullanılan toprak materyalinin yapısı ve aşılama AMF spor materyaline bağlı olarak gerçekleşir. Çünkü diğer materyallerin sabit bir özelliği varken, toprağa “canlı” özelliği kazandıran mikroorganizmaların sayısı ve aktivitesi her an değişebilmektedir. Ve bu değişikliğe bağlı olarak ta çok az da olsa toprağın fiziksel özelliği, biraz da olsa kimyasal özelliği olarak besin element içeriği ve en fazla boyutta ise biyolojik özelliği sürekli değişiklik gösterebilmektedir.

Öyle ise yapılacak çalışmalarda üzerinde çalışılan bitki varlığının yanı sıra gerek ticari olarak aşılama gerekse ortamdan izole edilen AMF sporlarının mutlaka teşhis edilmesi gerekmektedir. Çünkü AMF spor türlerinin birçok bitki türüne ve onların genetik özelliklerine göre farklılık yaratacağı muhtemeldir. Üreticilere faydası olması açısından önemli bir farkındalık oluşturabilmek için toprakların makro ve mikro besin element analizlerinin yapılması yanında topraktaki mikroorganizma varlığının belirlenmesi (AMF spor taraması gibi) ve bunun yetiştirilen bitkilerdeki rolünün analiz edilerek bütünsel bir yaklaşımla gübre tavsiyesinin verilmesi sağlanmalıdır.

Tablo 1. Farklı mısır çeşidi, AMF sporu ve fosfor uygulamalarının, deneme toprağında ölçülen bazı parametrelerle arasındaki ilişkilere ait korelasyon kat sayıları.

Toprak Özellikleri	pH	EC	CaCO ₃	O.M	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	B	T.S.S	Mısır. Çeşidi	AMF. Uyg.	P. Uyg
pH (1:2,5)	-	0.211	-0.111	-0.093	-0.021	0.018	-0.169	0.015	0.020	-0.080	-0.097	-0.151	-0.087	0.084	0.052	-0.196	0.146	-0.145
EC (1:5) (μS cm ⁻¹)	0.211	-	0.014	0.147	0.076	-0.102	-0.200	-0.076	-0.050	-0.254	-0.330*	-0.157	-0.091	-0.121	-0.213	-0.097	-0.101	-0.150
CaCO ₃ (%)	-0.111	0.014	-	0.076	0.071	-0.016	0.049	0.233	0.131	-0.144	0.038	0.083	-0.202	0.130	0.118	-0.110	-0.154	0.346*
Organik Madde (%)	-0.093	0.147	0.076	-	0.310*	-0.426**	0.054	-0.089	-0.163	-0.125	-0.039	-0.206	-0.058	-0.191	-0.221	0.213	-0.369	-0.491**
N (mg kg ⁻¹)	-0.021	0.076	0.071	0.310*	-	-0.092	0.255	0.021	-0.097	-0.278	-0.012	-0.369	-0.191	-0.047	-0.042	-0.073	-0.420**	-0.133
P (mg kg ⁻¹)	0.018	-0.102	-0.016	-0.426**	-0.092	-	-0.187	0.253	0.433**	0.068	0.041	0.257	-0.115	0.258	0.348*	-0.096	0.590**	0.171
K (mg kg ⁻¹)	-0.169	-0.200	0.049	0.054	0.255	-0.187	-	-0.020	-0.071	0.165	0.423**	-0.151	-0.173	-0.219	0.245	0.055	-0.281*	0.106
Ca (mg kg ⁻¹)	0.015	-0.076	0.233	-0.089	0.021	0.253	-0.020	-	0.703**	0.031	0.154	0.218	-0.274	0.620**	0.063	-0.330*	0.324*	-0.094
Mg (mg kg ⁻¹)	0.020	-0.050	0.131	-0.163	-0.097	0.433**	-0.071	0.703**	-	0.070	0.244	0.382**	-0.217	0.575**	0.033	-0.352*	0.351*	-0.113
Fe (mg kg ⁻¹)	-0.080	-0.254	-0.144	-0.125	-0.278	0.068	0.165	0.031	0.070	-	0.364*	0.491**	0.477**	-0.044	0.042	0.129	0.428**	0.091
Cu (mg kg ⁻¹)	-0.097	-0.330*	0.038	-0.039	-0.012	0.041	0.423**	0.154	0.244	0.364*	-	0.297*	0.367*	0.221	-0.079	-0.120	0.028	0.099
Mn (mg kg ⁻¹)	-0.151	-0.157	0.083	-0.206	-0.369	0.257	-0.151	0.218	0.382**	0.491**	0.297*	-	-0.332*	0.164	0.093	0.029	0.515**	0.110
Zn (mg kg ⁻¹)	-0.087	-0.091	-0.202	-0.058	-0.191	-0.115	-0.173	-0.274	-0.217	0.477**	0.367*	-0.332*	-	0.031	0.060	0.217	0.179	0.047
B (mg kg ⁻¹)	0.084	-0.121	0.130	-0.191	-0.047	0.258	-0.219	0.620**	0.575**	-0.044	0.221	0.164	0.031	-	-0.020	-0.256	0.246	-0.082
Toplam spor sayısı adet/g toprak	0.052	-0.213	0.118	-0.221	-0.042	0.348*	0.245	0.063	0.033	0.042	-0.079	0.093	0.060	-0.020	-	0.133	0.341*	0.301*
Mısır çeşidi	-0.196	-0.097	-0.110	0.213	-0.073	-0.096	0.055	-0.256	-0.352*	0.129	-0.120	0.029	0.217	-0.256	0.133	-	0.000	0.000
AMF uygulaması	0.146	-0.101	-0.154	-0.369	-0.420**	0.590**	-0.281*	0.324*	0.351*	0.428**	0.028	0.515**	0.179	0.246	0.341*	0.000	-	0.000
P uygulaması	-0.145	-0.150	0.346*	-0.491**	-0.133	0.171	0.106	-0.094	-0.113	0.091	0.099	0.110	0.047	-0.082	0.301*	0.000	0.000	-

P<0.05:*

P<0.01**

5. KAYNAKLAR

- Baon J.B., Smith S.E., Alston A.M., 1993. Mycorrhizal responses of barley cultivars differing in P efficiency. *Plant Soil* 157:97–105.
- Bethlenfalvai J.G., 1992. Mycorrhizae and Crop Productivity. *Mycorrhizae in Sustainable Agriculture*. ASA Special Publication, Number 14, p: 1 - 27.
- Bhattarai I.D., Mishra R.R., 1984. Study on the vesicular-arbuscular mycorrhiza of three cultivars of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plant Soil* 79: 299–303.
- Bonfante P., Genre A., 2010. Mechanisms underlying beneficial plant–fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. *Nature Communications* 1: 48.
- Bremner J.M., 1965. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Ed. A. C. A. Black Amer. Soc. of Agron Inc. Pub. Agron. Series No: 9 Madison USA.
- Busse M.D., Fiddler G.O., Ratcliff A.W., 2004. Ectomycorrhizal formation in herbicide-treated soils of differing clay and organic matter content. *Water Air Soil Pollut* 152:23–34
- Cartwright B., Tiller K.G., Zarcinas B.A., Spouncer L.R., 1983. “The chemical assessment of the boron status of soils”, *Aust. J. Soil Res.*, 21, 321– 332. doi:10.1071/SR9830321
- Cogliatti D.H, Clarkson D.T., 1983. Physiological changes in, and phosphate uptake by potato plants during development of, and recovery from phosphate deficiency. *Physiol Plant*. 58: 287–294.
- Das P., Kayang H., 2010. Mycorrhizal colonization and distribution of arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Michelia champaca* L. under plantation system in northeast India. *J For Res*. 21:137–142.
- Douds D.D., Nagahashi G., Reider C., Hepperly P.R., 2007. Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi increases the yield of potatoes in a high P soil. *Biol. Agric. Hortic*. 25, 67–78. 10.1080/01448765.2007.10823209
- Entz M.H., Guilford R., Gulden R., 2001. Crop yield and soil nutrient status on 14 organic farms in the eastern portion of the northern great plains *Can. J. Plant Sci*. 81 351 -354
- Ezawa T., Smith S.E., Smith F.A., 2002. P metabolism and transport in AM fungi *Plant Soil* 244: 221-230
- FAO, 1990. Micronutrient assessment at the country level. P. 1-208. An International Study. (M. Sillanpää. Ed.). FAO Soil Bulletin 63. Published by FAO, Roma, Italy.
- Follet R.H., 1969. Zn. Fe. Mn and Cu in Colorado Soils. Ph.D. Dissertation. Colo. State Univ.
- Gai J.P., Zhang J.L., Feng G., Li, X.L., 2010. Arbuscular mycorrhizal fungal diversity and contribution to crop growth in agricultural fields. *J Integr Field Sci* 7:41–45
- Galvez L., Douds D.D, Drinkwater L.E, Wagoner P., 2001. Effect of tillage and farming system upon VAM fungus populations and mycorrhizas and nutrient uptake of maize. *Plant Soil* 228: 299–308.
- Garcia-Garrido J.M., Ocampo J.A., 1988. Interaction between *Glomus mossea* and *Erwinia carotovora* and its effect on the growth of tomato plants. *New Phytol.*, 110-551-555.
- Gerdeman J.W., Nicolson T.H., 1963. Spores of Mycorrhiza Endogene Species. Extracted from Soil by Weh Sieving and Decanting. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 46:235-244.
- Grant C.A., Bittman S., Montreal M., Plenchette C., Morel C., 2005. Soil and fertilizer phosphorus: effects on plant P supply and mycorrhizal development. *Can J Plant Sci* 85:3–14

- Grigera M.S., Drijber R.A., Wienhold B.J., 2007. Increased abundance of arbuscular mycorrhizal fungi in soil coincides with the reproductive stages of maize. *Soil Biol. Biochem.* 39:1401-1409.
- Hetrick B.A.D., Wilson, G.W.T., Cox, T.S., 1992. Mycorrhizal dependence of modern wheat varieties, landraces, and ancestors. *Can J Bot* 70:2032-2040
- Hızalan E., Ünal H., 1965. *Toprakta Kimyasal Analizler*. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 273, Ankara.
- Jeffries P., Gianinazzi S., Perotto S., Turnau K., Barea, J.M., 2003. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. *Biol. Fert. Soils*. 37: 1–16.
- Jiao H., Chen Y., Lin X., Liu R., 2011. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in greenhouse soils continuously planted to water-melon in North China. *Mycorrhiza* 21:681–688.
- Kacar B., 1997. *Toprak ve Bitki Analizleri*. Ankara: Ankara Üniversitesi Yayınları.
- Lekberg Y., Koide R.T., Twomlow S.J., 2008. Effect of agricultural management practices on arbuscular mycorrhizal fungal abundance in low-input cropping systems of southern Africa: a case study from Zimbabwe. *Biol. Fert. Soils* 44 917–923. 10.1007/s00374-008-0274-6.
- Li L.F., Yang A.N. and Zhao Z.W., 2005. Seasonality of arbuscular mycorrhizal symbiosis and dark septate endophytes in a grassland site in Southwest China. *FEMS Microbiol. Ecol.* 54: 367–373.
- Lindsay W.L., Norvell W.A., 1969. Development of a DTPA Micronutrient Soil Test. *Soil Sci. Am. Proc.*, 35:600-602.
- Lindsay W., Norwell W., 1978, Development of DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Ca. *J American soc, Soil sci*, 42, 421-428.
- Liu A., Hamel C., Elmi A.A., Zhang T., Smith D.L., 2003. Reduction of the available phosphorus pool in field soils growing maize genotypes with extensive mycorrhizal development. *Canadian Journal of Plant Science* 83: 737-744.
- Mäder P., Edenhofer S., Boller T., Wiemken A., Niggli U., 2000. Arbuscular mycorrhizae in a long-term field trial comparing low-input (organic, biological) and high input (conventional) farming systems in a crop rotation *Biol. Fert. Soils* 31: 150 -156
- Muok B.O., Matsumura A., Ishii T., Odee D.W., 2009. The effect of intercropping *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst., millet and corn in the presence of arbuscular mycorrhizal fungi. *Afr. J. Biotechnol.* 8 807–812.
- Oehl F., Frossard E., Fliessbach A., Dubois D., Oberson A., 2004. Basal Organic Phosphorus Mineralization in Soils Under Different Farming Systems. *Soil Biology and Biochemistry Soil Biology & Biochemistry*. 36: 667-675.
- Oehl F., Sieverding E., Ineichen K., Ris E.A., Boller T., Wiemken A., 2005. Community structure of arbuscular mycorrhizal fungi at different soil depths in extensively and intensively managed agroecosystems. *New Phytologist*, 165 (2005), pp. 273-283.
- Olsen S.R., Cole C.V., Watanabe F.S., Dean L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *U.S. Dept. Agric. Circ.* 939: 1–19.
- Parniske M., 2008. Arbuscular mycorrhiza: the mother of plant root endosymbioses. *Nature Reviews Microbiology* 6: 763-775.

- Piotrowskia J.S., Morford S.L., Rillig M.C., 2008. Inhibition of colonization by a native arbuscular mycorrhizal fungal community via *Populus trichocarpa* litter, litter extract, and soluble phenolic compounds. *Soil Biol Biochem.* 40: 709–717
- Pursglove J.D., Sanders F.E., 1981. The growth and phosphorus economy of the early potato (*Solanum tuberosum*). *Commun Soil Sci Plant Anal.* 12: 1105–1121.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvements salina and alkali soils, U.S.
- Sharif M., Moawad A.M., 2006. Arbuscular Mycorrhizal Incidence and Infectivity of Crops in North West Frontier Province of Pakistan *World Journal of Agricultural Sciences* 2 (2): 123-132, 2006.
- Smith S.E., Read D.J. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. 3rd ed. 787 pp. Academic Press, New York, NY.
- Smith H.W., Weldon M.D., 1941. A Comparasion of Some Methods for The Determination of Soil Organic Matter. *Soil Sci. Soc. Amer., Proc.*, 5:177-182.
- Stewart L.I., Hamel C., Hogue R., Moutoglis P., 2005. Response of strawberry inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi under very high soil phosphorus conditions. *Mycorrhiza* 15:612–619.
- Thomson B.D., Robson A.D., Abbott L.K., 1992. The effect of long-term applications of phosphorus-fertilizer on populations of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi in pastures. *Australian Journal of Agricultural Research* 43:1131–1142.
- US Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. US Department of Agriculture Handbook 60, Washington, DC.
- Ülgen N., Yurtseven N., 1974. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Toprak Gübre Araştırma Ens, Yayın No:28, Ankara.
- Vestberg M., Kahiluoto H., Wallius E., 2011. Arbuscular mycorrhizal fungal diversity and species dominance in a temperate soil with long-term conventional and low-input cropping systems. *Mycorrhiza*, 21: pp. 351-361.
- Wang B., Qiu, Y.L., 2006. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza* 16, 299–363.
- Youssef S.M., Riad G.S., Abd. Elhady S.A., 2017. Effect of Phosphorus Sources and Arbuscular Mycorrhizal Inoculation on Growth and Productivity of Snap Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) *Gesunde Pflanzen* 69: 139-148.
- Zhu Y.G., Cavagnaro T.R., Smith S.E., Dickson S., 2001. Backseat driving? Most plants depend on arbuscular mycorrhizal fungi to access phosphate beyond the rhizosphere depletion zone. *Trends Plant Sci* 6:194–195

EK BİLGİ: Bu çalışma Marfaa Hasan Mahmood’a ait “Saf Hat ve Hibrit Mısırların Mikorizal Etkinliklerinin Belirlenmesi ve Bu Etkinliklerin Fosfor Alımına Etkisi” başlıklı, 19201067 numaralı BAP Projesi ile desteklenen Yüksek Lisans tezinin bir bölümüdür.

NARİNGENİN'İN ANTİDİYABETİK OLDUĞU İDDİALARI YANLIŞ OLABİLİR

Doç. Dr. KASIM TAKIM

Harran Üniversitesi, kasimtakim@harran.edu.tr, 0000-0003-4631-1982

ÖZET

Diyabet, insan yaşamını olumsuz etkileyen, tedavi edilmediği takdirde hayati organlarda ciddi ve kalıcı hasarlara yol açabilen, son zamanlarda en sık görülen ölüm nedenlerinden biri olan bir hastalıktır. Bitkilerin ilaç, gıda ve kozmetik amaçlı kullanımı; insanın varoluşu ile başlamış ve günümüze kadar devam etmiştir. Bitkilerden elde edilen fitokimyasal bileşikler son yıllarda diyabet tedavisinde kullanım alanı bulmaya başlamıştır. Naringenin ve glikozidi, greyfurt, bergamot, ekşi portakal, kiraz, domates, kakao ve tarçın dahil olmak üzere çeşitli bitki ve meyvelerde bulunur. Bazı çalışmalarda, naringenin bağırsak fırça sınırından glikoz adsorpsiyonunu azaltabileceği, böbrek glikoz reabsorpsiyonunu azaltabileceği ve kas ve yağ dokuları tarafından glikoz alımını ve kullanımını artırabileceği bildirilmiştir. Naringenin'in antidiyabetik etkisini pankreasta β hücrelerini koruyarak ve bu hücrelerin glikoz algılama kapasitesini ve glikoza verdikleri yanıtı artırarak gösterdiği de bildirilmiştir. Buna ek olarak, naringenin'in antidiyabetik etkilerini gösteren sınırlı epidemiyolojik çalışmalar bildirilmiştir. Literatürdeki bu bilginin aksine, bu sunum naringenin'in diyabetik durumu ağırlaştırma potansiyeline odaklanacaktır. Naringenin'in antidiyabetik özelliklerini araştırırken, beklentilerimin aksine naringenin'in aslında diyabetik olabileceği anlaşıldı. Laboratuvar çalışmalarımda naringenin'in a-glukozidaz enzimi için inhibitör etkisi olduğunu ancak a-amilaz enzimi için güçlü bir aktivatör olduğu ortaya çıktı. Yani amilaz enzimi nişastayı parçalarken eğer ortamda naringenin varsa bu işlemi çok daha hızlı gerçekleştiriyor. Bu da karbonhidrat oranı yüksek gıdalarla birlikte naringenin tüketmenin bu kişilerde kan glikoz seviyelerini hızla yükseltebileceği anlamına geliyor. Yapılan deneyler in vitro düzeyde olduğu için daha net bir sonuç ifade etmek doğru olmayabilir. Ancak literatürde hem naringenin hem de naringenin içeren gıdaların antidiyabetik olarak önerilmesinin riskli bir yaklaşım olduğunu ve yeniden tartışmaya açılması gerektiğini savunuyorum.

Anahtar Kelimeler: Narenciyeler, Naringenin, Diyabet, Amilaz enzimi

IT IS POSSIBLE THAT CLAIMS REGARDING THE ANTI-DIABETIC PROPERTIES OF NARINGENIN ARE INCORRECT

ABSTRACT

Diabetes is a disease that can have serious and permanent effects on vital organs if left untreated, and is one of the leading causes of death. The use of plants for medicinal, food, and cosmetic purposes has been a practice since the beginning of human existence. Recently, phytochemical compounds derived from plants have been utilized in the treatment of diabetes. Naringenin and its glycoside are present in a variety of plants and fruits, such as grapefruit, bergamot, sour orange, cherry, tomato, cocoa, and cinnamon. Several studies have reported that naringenin can reduce glucose absorption from the intestinal brush border, decrease renal glucose reabsorption, and increase glucose uptake and utilization by muscle and adipose tissues. Additionally, naringenin has been shown to have an antidiabetic effect by protecting β cells in the pancreas and enhancing their glucose sensing capacity and response to glucose. Limited epidemiological studies have reported the antidiabetic effects of naringenin. However, this presentation will focus on the potential of naringenin to aggravate the diabetic state, which contrasts with the information presented in the literature. During my investigation into the antidiabetic properties of naringenin, it was discovered that, contrary to initial expectations, naringenin may actually have a diabetic effect. Laboratory studies revealed that naringenin has an inhibitory effect on the α -glucosidase enzyme, but is a strong activator of the α -amylase enzyme. In other words, the presence of naringenin in the environment accelerates the process of starch breakdown by the amylase enzyme. Consuming naringenin with foods high in carbohydrates can rapidly increase blood glucose levels in some individuals. The experiments conducted in vitro may not provide a definitive result. Therefore, it is risky to recommend both naringenin and naringenin-containing foods as antidiabetic, and this approach should be reopened for discussion.

Keywords: Citrus fruits, Naringenin, Diabetes, Amylase enzyme

GİRİŞ

Diabetes mellitus, şu anda kesin bir tedavi yöntemi bulunmayan yaygın ve maliyetli bir hastalık olarak, popüler bir araştırma konusu haline gelmiştir (Takım, 2021). Diabetes mellitus polidipsi, poliüri ve polifaji gibi klinik bulgularla karakterize endokrin bir hastalıktır (Şimşek

ve İçen, 2008). Her yıl 673 milyar ABD dolarına eşdeğer küresel sağlık harcamalarının yaklaşık %12'si diyabet için harcanmaktadır. Gestasyonel diyabet her 7 doğumdan 1'ini etkilemektedir. Diyabetli kişilerin %75'i düşük ve orta gelirli ülkelerde yaşamaktadır. Her 6 saniyede bir diyabet 1 can almaktadır (*IDF Diabetes Atlas, 7th edn.*, 2015). Diyabet prevalansı tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de artmaktadır. 2008 ve 2012 yılları arasında hasta sayısı yılda ortalama %17 artarak 2,5 milyondan 5,2 milyona yükselmiştir. Prevalans da %3,5'ten %6,9'a yükselmiştir, yani Türkiye'de her 100 kişiden 7'si diyabet hastasıdır (TAKIM, 2018).

Görülme sıklığı ve tedavi maliyeti yüksek bir hastalık olan diyabet, kesin bir tedavi yönteminin olmaması nedeniyle cazip bir araştırma konusudur. Diabetes mellitus için bitkilerden elde edilen fitokimyasal bileşiklerin kullanımı da dahil olmak üzere çeşitli tedavi yöntemleri bilim camiası tarafından araştırılmıştır (Takım & Işık, 2020). Türkiye'de halk tarafından diyabet tedavisinde birçok bitki kullanılmaktadır. Ülkemiz zengin bir bitki florasına sahip olduğundan çalışmalar için ideal bir konumdadır (TAKIM, 2018). İlaç endüstrisi, bitkilerin hastalıklara karşı tedavi edici özellik gösteren aktif maddelerini keşfetmek ve bunları üretilebilir hale getirmek için büyük yatırımlar yapmaktadır. Bitkilerin tıbbi, mutfak ve kozmetik amaçlı kullanımı insan varlığının başlangıcına kadar uzanmakta ve günümüzde de devam etmektedir. İnsanlar, yaygın hastalıkları ve semptomlarını tedavi etmek için olumlu ve olumsuz denemeler yoluyla her bitkinin kendine özgü özelliklerini keşfetmiş ve geliştirmiştir (Aydemir et al., 2023). Bitkiler uçucu yağlar, alkaloidler, glikozitler, fenolikler, tanenler ve flavonoidler gibi ikincil maddeler sentezler. Bu maddeler biyoaktif özelliklere sahiptir ve gıda, kozmetik ve ilaç sektörlerinde geniş kullanım alanı bulmaktadır (KİRMİT et al., 2020).

Naringenin (4,5,7-trihidroksi-flavanon) (Şekil 1. (Den Hartogh & Tsiani, 2019)), oksijenli bir heterosikl oluşturan doğrusal bir 3 karbon zinciri (C6-C3-C6) tarafından birleştirilen 2 aromatik halkanın ortak yapısını paylaşan 6000'den fazla tanımlanmış en büyük polifenol sınıfı olan flavonoidlere ait bir polifenoldür. Flavonoidlerin bir flavanon alt sınıfı olan naringenin'de bu heterosikl, doymuş 3 karbonlu bir zincir ve karbon 4'te bir oksijen atomu içerir (Kumar & Pandey, 2013). Naringenin esas olarak turuncgillerde bulunur; greyfurtta oldukça yüksek seviyelerde (43,5 mg/100 mL), portakal suyunda daha düşük seviyelerde (2,13 mg/100 mL) ve limon suyunda çok daha düşük seviyelerde (0,38 mg/100 mL) bulunur (Den Hartogh & Tsiani, 2019).

Naringenin, özellikle üzüm ve portakalda bulunan başlıca narenciye flavonoidlerinden biridir. Çalışmalar naringenin'in AMP ile aktive olan protein kinaz (AMPK) bağımlı bir şekilde iskelet kası hücrelerinde glikoz alımını uyardığını göstermiştir. AMPK bir enerji sensörü olarak işlev görür ve fosforilasyon yoluyla AMP/ATP oranındaki bir artışla aktive edilir. AMPK aktivitesinin azalması insülin direnci ile ilişkiliyken, AMPK aktivasyonu insülin duyarlılığını artırır. Azalmış AMPK aktivitesi insülin direnci ile ilişkiliyken, AMPK aktivasyonu insülin duyarlılığını artırır. Naringenin'in iskelet kasında glikoz alımını uyararak ve insülin duyarlılığını artırarak Gestasyonel diabetes mellitus (GDM) sendromunu iyileştirebileceği varsayılmaktadır (Li et al., 2019).

Bu çalışmanın temel amacı, labaratuvarında tecrübe edilen ilginç bir sonucun erken sonuçlarını bilim camiasıyla paylaşmaktır.

MATERYAL METOD

Alfa Amilaz (α -amilaz) Aktivite Ölçüm İşlemi

Deney protokolü Takım ve arkadaşlarının (Takım et al., 2021) metodu bu çalışmaya uyarlanarak yapıldı.

Gerekli olan çözeltilerin hazırlanması;

İyodin Reaciud Hazırlanması

260 μ l iyodin alıp saf suyla 10 ml'ye tamamlandı.

α -amilaz Enziminin Hazırlanması

0.05 g enzim tartılıp tamponla 10 ml ye tamamlandı.

Nişasta Hazırlanması

2 g nişasta tartıldı ve PBS ile 100 ml ye tamamlandı. Hazırlanan karışım manyetik ısıtıcıda karıştırıldı. Deneyde kullanımı için iyodin ve nişasta karışımı hazırlandı bu oran 1:10 olacak şekilde ayarlandı.

İnhibitör hazırlama

Akarboz çözeltisi için; 10 mg akarboz tartılıp 2 μ l tamponda çözdürüldü. Böylelikle 5mg/ml ekstrakt elde edilmiş oldu. Elde edilen bu ekstraktan 2.5 mg/ml , 1 mg/ml , 500 mg/ml , 250 mg/ml , 100 mg/ml , 50 mg/ml , 25 mg/ml olmak üzere farklı konsantrasyonlarda ekstraktlar hazırlandı.

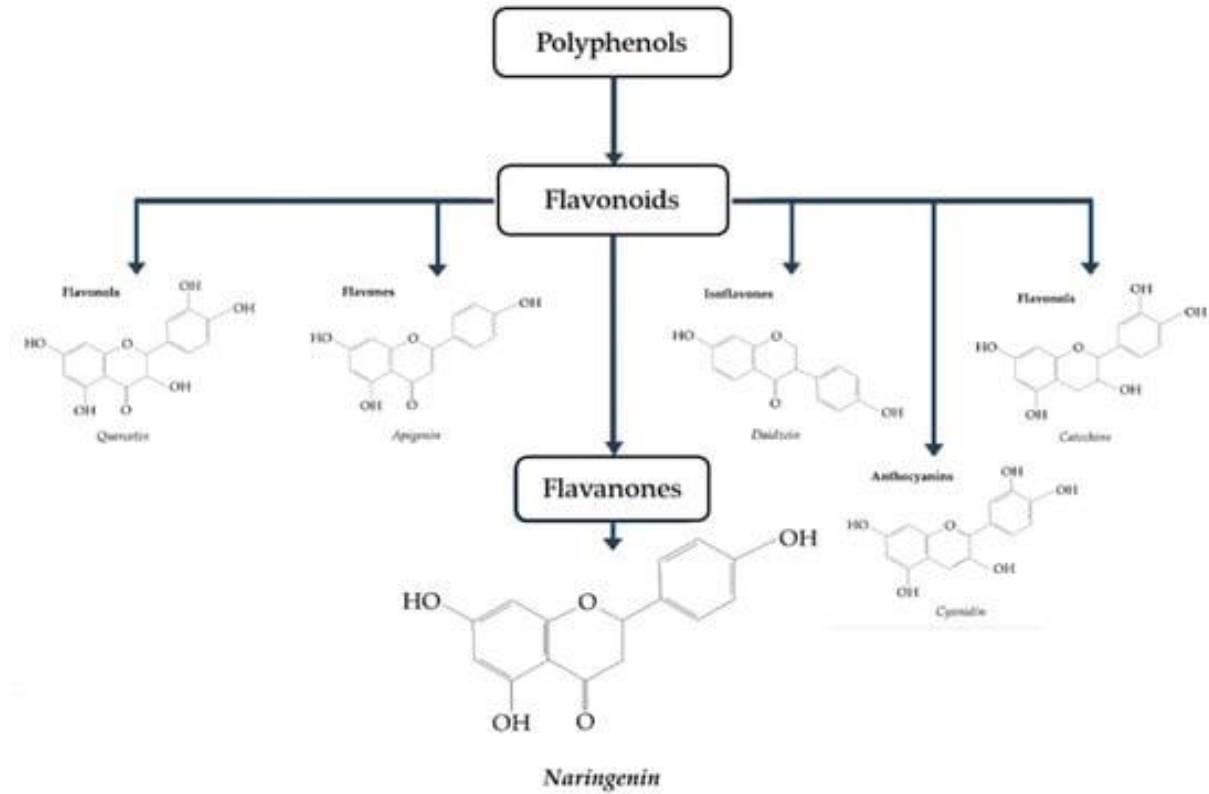
Naringenin çözeltisi için; 0.005 g naringenin tartıldı ve 1 μ l DMSO'da çözdürüldü. Böylece 5 mg/ml konsantrasyonunda stok çözelti elde edildi. Hazırlanan stok çözeltiden 2.5 mg/ml , 1 mg/ml , 500 mg/ml , 250 mg/ml , 100 mg/ml , 50 mg/ml , 10 mg/ml olmak üzere farklı konsantrasyonlarda ekstraktlar hazırlandı.

α -amilaz Aktivite Ölçüm İşlemi

α -amilaz enzimi aktivite ölçümü için ilk olarak numaralandırmaları yapılan eppendorf tüplere sırasıyla;

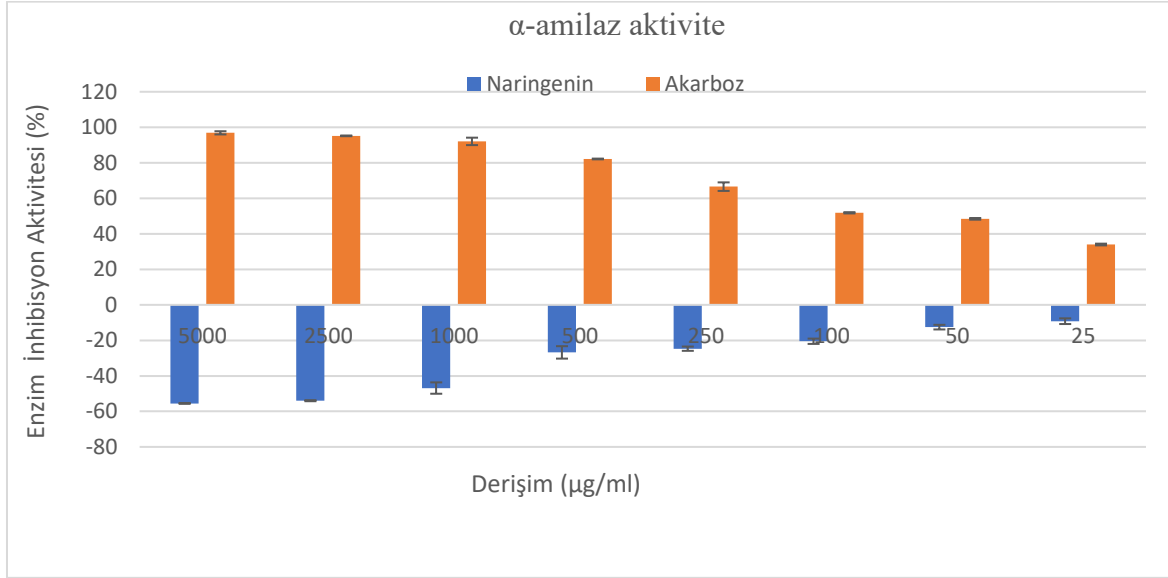
- 50 μ l enzim
- 100 μ l inhibitör
- 500 μ l PBS tampon 10 dakika 37 °C’de 10 dakika inkübasyona bırakıldı.
- 500 μ l nişasta iyondin karışımı ve 50 °C’de 30 dakika inkübasyona bırakıldı.
- % 10’luk HCl
- 580 nm’de UV spektrofotometrede okuma yapıldı.

Kör: Cihazı sıfırlamak için körde aynı işlemler yapılmakla birlikte enzim yerine tampon konulur. Pozitif Kontrol için: 3. Basamaktaki inhibitör yerine, aynı miktarda inhibitörü çözmek için kullanılan çözücü eklenir.



Şekil 1. Polifenollerin sınıflandırılması. Naringenin flavanonlar olarak bilinen sınıfa ait olduğu görülmektedir. [(Den Hartogh & Tsiani, 2019)]’den alıntılanmıştır.

SONUÇLAR



Şekil 2. α-Amilaz enzim aktivitesi karşılaştırmalı grafik.

Enzim inhibisyon aktivite ölçümü, bir etken maddenin tedavi aşamasındaki mekanizmasını anlamak için oldukça önemli ve sık kullanılan bir yöntemdir (Scatena et al., 2008). Örneğin diyabet tedavisinde kullanılan bir ilacın, antidiyabetik aktivitesini anlamak için birçok yöntem kullanılabilir. Bunlar içinde en önemli yöntemlerden birisi de diyabetik enzimler üzerindeki inhibisyon aktivitesini araştırmak olacaktır. α-Amilaz enzimi ağızda ve bağırsaklarda yoğun aktivite gösteren ve nişastanın hidrolizini katalizleyerek, sindirimine aracılık eden bir enzimdir. α-Amilaz enzim aktivitesi arttıkça vücutta glikoz alınımları artacaktır. Bu yüzden bu enzim diyabetik olarak değerlendirilmektedir. Bu enzimin aktivitesini azaltan (inhibe eden) maddeler ise antidiyabetik olarak bilinmektedir (Kumar et al., 2012).

Naringenin ve standart bir antidiyabetik olan akarboza ait α-amilaz enzim inhibisyon grafiği şekil 2.' de verilmiştir. Bu sonuçlara göre; standart antidiyabetik olan akarbozun derişimi arttıkça inhibisyon artarken, naringenin derişimi arttıkça aktivasyon aktivitesi artmıştır. Yani standart bir antidiyabetik etken madde ile karşılaştırıldığında; naringenin diyabetik aktivite göstermektedir. Bu sonuç naringenin ve naringenin taşıyan bitkisel ajanlarla ilgili, şimdiye kadar bilinen ‘antidiyabetik’ özelliği ile taban tabana zıtlık teşkil etmektedir.

TARTIŞMA

Narenciye ve domateste bulunan bir flavonoid olan naringenin'in diyabete karşı çeşitli yönlerden koruma sağladığı bildirilmiştir. Bir narenciye flavanonu olan naringenin'in antioksidan, anti-inflamatuvar, hepatoprotektif, nefroprotektif, immünomodülatör ve antidiyabetik özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (Den Hartogh & Tsiani, 2019). Naringenin, antioksidan, anti-enflamatuvar, immünomodülatör, hepatoprotektif, nefroprotektif, nöroprotektif, anti-kanser, anti-aterosklerotik ve anti-diyabetik özellikleri de dahil olmak üzere farmakolojik etkileri açısından incelenmiştir (Den Hartogh & Tsiani, 2019). Ayrıca bazı çalışmalar, naringenin'in bağırsak glikoz emiliminin yanı sıra böbrek glikoz geri emilimini de inhibe ederek diyabetik hipergliseminin zayıflamasına katkıda bulunduğuna dair kanıtlar sunmaktadır.

Bir çalışmada, naringenin'in maternal vücut ağırlığı ve serum glukozunun yanı sıra glukoz ve insülin toleransı da dahil olmak üzere gestasyonel diabetes mellitus (GDM) semptomları üzerindeki terapötik etkilerini bir GDM fare modeli kullanarak değerlendirilmiştir. Çalışma, naringenin'in GDM farelerinde vücut ağırlığını ve kan glukoz seviyelerini önemli ölçüde azaltarak GDM semptomlarını hafifletebileceğini göstermiştir. Naringenin ayrıca glukoz ve insülin toleransını iyileştirmiş ve GDM farelerinde doğum ağırlığını azaltarak ve yavru boyutunu artırarak fetal sonuçları iyileştirmiş olduğu iddia edilmiştir. Bu sonuçlar naringenin'in GDM üzerinde koruyucu etkileri olduğunu ve tedavisi için potansiyel bir terapötik ajan olabileceğini gösterdiği rapor edilmiştir (Li et al., 2019). Başka bir çalışmada STZ ile indüklenmiş diyabetik sıçanlarda 5 hafta boyunca naringenin tedavisi (25 ve 50 mg/kg b.w./gün) serum glukoz seviyelerini düşürmüş ve insülin seviyelerini artırmış olduğu rapor edilmiştir (Kapoor & Kakkar, 2014).

Naringenin'in biyoyararlanımının düşük olması bizim çalışmamızda önerdiğimiz hususlar için bir eleştiri konusu olabilir. Çünkü Naringenin'in biyoyararlanımı ve farmakokinetiğini inceleyen çalışmalarda; bireylerde yaklaşık 200 mg naringenin içeren greyfurt suyunun (250 mL) uygulanması, 0,7 μ M ila 14,8 μ M arasında değişen pik plazma naringenin konsantrasyonları ile sonuçlandığı rapor edilmiştir. Başka bir çalışmada, 135 mg naringenin uygulaması, 2009.51 ± 770.82 ng/mL'lik pik plazma naringenin seviyeleri ile sonuçlanmıştır (Den Hartogh & Tsiani, 2019). Ancak burada önemli olan naringenin'in bağırsaklardaki emilimi değil, bağırsaklarda kalma süresidir. Çünkü α -amilaz enzimi bağırsak ortamına salınır ve burada aktivite gösterir. Onun bu aktivitesini artıracak ajanlar aynı zamanda kan şekerini hızlı bir şekilde artırıcı bir özellik yani hiperglisemik sonuç doğuracaktır.

SONUÇ

Naringenin antidiyabetik yani kan glukoz düzeyini azaltıcı özelliği ispatlayan bir hayli fazla çalışma literatürde yerini almış bulunmaktadır (Al-Dosari et al., 2017; Ren et al., 2016; Yan et al., 2016). Ancak naringenin bu antidiyabetik aktivitesi; kas hücreleri ve adipoz doku hücrelerinin glikoz kullanımını teşvik etmesi, pankreas beta hücreleri üzerinde insülin salgısını arttırma ve proliferatif etki göstermesi bakımından incelenmiştir. Naringenin ile alakalı tüm bu etkileri doğru olabilir. Çünkü bu kadar farklı verinin aynı noktada ittifak etmesi bunu zaten doğrulamaktadır. Ancak burada gözden kaçırılan en temel husus şudur ki; bu etkilerin tamamı, α -amilaz enzimi dikkate alınmadan yapılmış değerlendirmelerdir. Metin içerisinde de belirtildiği gibi, bu enzimi aktive edici ajanlar hiperglisemik etki gösterecektir. α -amilaz enzimi ise, yemek sonrası aktifleşmektedir. Naringenin α -amilaz aktivatörü olduğu bu çalışma ile ortaya konulmuş oldu. Bu nedenle naringenin hemen yemek sonrası tüketiminin nasıl etki edeceği? hususu, in vivo çalışmalarla yeniden araştırılmalıdır. Örneğin Anadolu’da tatlıların üzerine tarçın ilave edilmesi, çok yaygın kullanımı olan bir uygulamadır. İşte tam bu uygulamanın ne kadar doğru olup olmadığı? Ancak yeni bir çalışma ile belirlenebilecektir. Burada sunulan kısım bu büyük çalışma planının sadece bir parçasını ortaya koymaktadır. Yakın bir gelecekte bu soru işaretlerinin yapacağımız çalışmalarla ortadan kalkabileceğine inanıyorum.

KAYNAKÇA

- Al-Dosari, D., Ahmed, M., Al-Rejaie, S., Alhomida, A., & Ola, M. (2017). Flavonoid Naringenin Attenuates Oxidative Stress, Apoptosis and Improves Neurotrophic Effects in the Diabetic Rat Retina. *Nutrients*, 9(10), 1161. <https://doi.org/10.3390/nu9101161>
- Aydemir, M. E., Takım, K., & Yılmaz, M. A. (2023). Characterization of phenolic components of black teas of different origins and the effect of brewing duration on quality properties. *Food Science and Nutrition*, 1–14. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3782>
- Den Hartogh, D. J., & Tsiani, E. (2019). Antidiabetic Properties of Naringenin: A Citrus Fruit Polyphenol. *Biomolecules*, 9(3), 99. <https://doi.org/10.3390/biom9030099>
- IDF Diabetes Atlas, 7th edn., (February 2015).

- Kapoor, R., & Kakkar, P. (2014). Naringenin accords hepatoprotection from streptozotocin induced diabetes in vivo by modulating mitochondrial dysfunction and apoptotic signaling cascade. *Toxicology Reports*, 1, 569–581. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2014.08.002>
- KİRMİT, A., TAKIM, K., DURMUŞ, E., GÜLER, E. M., YENİGÜN, V. B., BULUT, H., & KOÇYİĞİT, A. (2020). Investigation of the anti-cancer effect of Rheum Ribes L.'s ethanol extracts on malign melanoma cells. *Journal of Health Sciences and Medicine*, 3(2), 148–152. <https://doi.org/10.32322/jhsm.689150>
- Kumar, S., Kumar, V., Rana, M., & Kumar, D. (2012). Enzymes Inhibitors From Plants: An Alternate Approach To Treat Diabetes. *Pharmacognosy Communications*, 2(2), 18–33. <https://doi.org/10.5530/pc.2012.2.4>
- Kumar, S., & Pandey, A. K. (2013). Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview. *The Scientific World Journal*, 2013, 1–16. <https://doi.org/10.1155/2013/162750>
- Li, S., Zhang, Y., Sun, Y., Zhang, G., Bai, J., Guo, J., Su, X., Du, H., Cao, X., Yang, J., & Wang, T. (2019). Naringenin improves insulin sensitivity in gestational diabetes mellitus mice through AMPK. *Nutrition & Diabetes*, 9(1), 28. <https://doi.org/10.1038/s41387-019-0095-8>
- Ren, B., Qin, W., Wu, F., Wang, S., Pan, C., Wang, L., Zeng, B., Ma, S., & Liang, J. (2016). Apigenin and naringenin regulate glucose and lipid metabolism, and ameliorate vascular dysfunction in type 2 diabetic rats. *European Journal of Pharmacology*, 773, 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2016.01.002>
- Scatena, R., Bottoni, P., Pontoglio, A., Mastrototaro, L., & Giardina, B. (2008). Glycolytic enzyme inhibitors in cancer treatment. *Expert Opinion on Investigational Drugs*, 17(10), 1533–1545. <https://doi.org/10.1517/13543784.17.10.1533>
- TAKIM, K. (2018). Streptozotosin ile İndüklenen Diyabetik Sıçanlarda Karaçalı Meyve Özütlerrinin Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(2), 148–156. <http://dogadergi.ksu.edu.tr/issue/36752/419295>
- Takim, K., Yigin, A., Koyuncu, I., Kaya, R., & Gülçin, İ. (2021). Anticancer, anticholinesterase and antidiabetic activities of tunceli garlic (*Allium tuncelianum*): determining its phytochemical content by LC–MS/MS analysis. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(4), 3323–3335. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-00912-y>
- Takım, K. (2021). Bioactive component analysis and investigation of antidiabetic effect of Jerusalem thorn (*Paliurus spina-christi*) fruits in diabetic rats induced by streptozotocin. *Journal of Ethnopharmacology*, 264, 113263. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113263>
- Takım, K., & Işık, M. (2020). Phytochemical Analysis of Paliurus spina-christi Fruit and Its Effects on Oxidative Stress and Antioxidant Enzymes in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 191(4), 1353–1368. <https://doi.org/10.1007/s12010-020-03287-w>
- Yan, N., Wen, L., Peng, R., Li, H., Liu, H., Peng, H., Sun, Y., Wu, T., Chen, L., Duan, Q., Sun, Y., Zhou, Q., Wei, L., & Zhang, Z. (2016). Naringenin Ameliorated Kidney Injury through Let-7a/TGFBR1 Signaling in Diabetic Nephropathy. *Journal of Diabetes Research*, 2016, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2016/8738760>

ERKEN HASATIN SOĞUK SIKIM ZEYTİNYAĞINDA TOPLAM FENOLİK VE TOPLAM FLOVANOİD MİKTARI ÜZERİNE ETKİSİ

Doç. Dr. KASIM TAKIM

Harran Üniversitesi, kasimtakim@harran.edu.tr, 0000-0003-4631-1982

ÖZET

Hasat zamanına bağlı olarak zeytinyağlarının fitokimyasal içerik, besin değeri ve biyolojik aktiviteleri arasında farklılıklar oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı; Şanlıurfa’da yetiştirilen ve zeytin meyvelerinin, henüz tam olgunlaşmadan hasat edilmesinin zeytin yağının toplam fenolik miktarı (TPC) ve toplam flavonoid miktarı (TFC) üzerine etkisini belirlemektir. Bu amaçla Şanlıurfa Bozova mevkiinde yetiştirilen ve zeytin meyveleri Ekim ayının son haftasında toplanmış ve oda sıcaklığında soğuk sıkım yapan makinede zeytinyağı üretimi yapılmıştır. Üretim işleminden sonra zeytinyağı örnekleri yağ/çözücü oranı 1/1 olacak şekilde, iki farklı fraksiyonlama ile ekstrakte edilmiştir. Ayrıca titrasyon tekniği ile asitlik derecesi belirlenmiştir. Birincisi metanol-hekzan (%50) karışımı ile fraksiyonlama, ikincisi sadece metanol kullanılarak fraksiyonlama yapılmıştır. Burada fraksiyonlama tekniğinin içeriğe etkisinin araştırılması da hedeflenmiştir. Fraksiyonlama işleminden sonra yağ ve çözücü santrifüjlenerek üstte kalan çözücü fraksiyonu alınmış ve analizler yapılmıştır. Elde edilen ekstratlar, toplam fenolik bileşiklerin içeriği (TPC), Singleton ve ark., yöntemine göre Folin-Ciocalteus reaktifi kullanılarak belirlendi. Zeytin yağının asitlik derecesi 0,6 oleik asit olarak bulunmuştur. Toplam flavonoid içeriği (TFC), alüminyum klorür kolorimetrik tahlili ile belirlendi. Yapılan analiz sonucunda zeytinyağı fraksiyonlarının metanol ve hekzan-metanol ekstraktlarının TPC’leri sırasıyla; $3,01 \pm 0,014$ ve $1,28 \pm 0,009$ mg GA/g ekstre olarak belirlenmiştir. Zeytinyağı fraksiyonlarının metanol ve hekzan-metanol ekstraktlarının TFC’leri sırasıyla $2,43 \pm 0,021$ ve $3,15 \pm 0,012$ mg Quercetin equivalent /g ekstre olarak belirlenmiştir. Ayrıca farklı fraksiyonlama tekniğinin, toplam biyoaktif bileşen miktarını istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde TPC’ de negatif yönde ($P \leq 0,001$) TFC de pozitif yönde ($P \leq 0,05$) değiştirdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak zeytin meyvelerinin erken hasat edilmesinin, asitliğini düşürdüğü, yağın toplam aktif bileşen içeriğinin arttırdığı ve buna bağlı olarak biyolojik aktivitesine pozitif yönde etki edeceği değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Zeytin yağı, Erken hasat, Toplam flavonoid, Toplam fenolik

THE EFFECT OF EARLY HARVEST ON TOTAL PHENOLIC AND TOTAL FLAVONOİD CONTENT IN COLD PRESSED OLIVE OIL

Abstract

Variations in the phytochemical content, nutritional value, and biological activities of olive oils are contingent upon the timing of the harvest. Therefore, the objective of this investigation was to ascertain the impact of collecting olives grown in Şanlıurfa before complete maturation on the total phenolic content (TPC) and total flavonoid content (TFC) of the resultant oil. Olive fruits cultivated in Bozova, Şanlıurfa were harvested in the final week of October. Subsequently, a cold press machine at room temperature was used to produce olive oil. After the oil production process, olive oil samples underwent two different extractions using a solvent ratio of 1:1. The titration technique was used to determine acidity. The first extraction involved fractionation with a mixture of methanol and hexane (50%), while the second extraction used methanol alone. The study also aimed to examine the impact of the fractionation technique on the content of the extracted oil. Following fractionation, the oil and solvent were centrifuged and the upper solvent fraction was analysed. The content of total phenolic compounds (TPC) in the extracts was determined using Folin-Ciocalteus reagent following the method of Singleton et al. The acidity level of olive oil was determined to be 0.6 oleic acid. Total flavonoid content (TFC) was assessed using the aluminium chloride colorimetric assay. From the analysis, the TFCs of olive oil fractions extracted using methanol and hexane-methanol were found to be 3.01 ± 0.014 and 1.28 ± 0.009 mg GA/g extract, respectively. The TFCs for methanol and hexane-methanol extracts of olive oil fractions were evaluated as 2.43 ± 0.021 and 3.15 ± 0.012 mg quercetin equivalent/g extract, respectively. Furthermore, various fractionation techniques were found to have a statistically significant impact on the total quantity of bioactive components present in TPC ($P \leq 0.001$) and TFC ($P \leq 0.05$), wherein the former was negatively impacted and the latter positively impacted. It can be concluded that the early harvest of olive fruits leads to a decrease in acidity and an increase in the total active component content of the oil, resulting in a positive impact on its biological activity.

Keywords: Olive oil, Early harvest, Total flavonoids, Total phenolics

GİRİŞ

Zeytinyağı, Akdeniz havzasında ve komşu bölgelerde yaygın olarak yetiştirilen zeytin ağacının (*Olea europaea*) meyvesinden elde edilir¹. Kökeni Roma dönemine ve Yunan mitolojisine kadar uzanmaktadır. Olivea oleum olarak da bilinen yağ, zeytin ve çekirdeklerinin herhangi bir kimyasal müdahale olmaksızın preslenmesiyle elde edilen berrak, hoş kokulu bir sıvıdır. Uluslararası Zeytinyağı Konseyi zeytinyağını dört kategoride sınıflandırmaktadır: sızma zeytinyağı, rafine zeytinyağı, prina zeytinyağı ve pirina zeytinyağı. Tüm teknik terimler ilk geçtikleri yerde açıklanmaktadır. En üstün kaliteli yağ olan sızma zeytinyağı, zeytin ağacının meyvesinden yalnızca yağın kimyasal bileşimini değiştirmeyen mekanik ve fiziksel

yöntemlerle (genellikle soğuk sıkım tekniği) elde edilir. Sızma zeytinyağı sadece yıkama, dekantasyon (tortudan ayırma), santrifüjleme ve filtreleme yoluyla işlenir. Sızma zeytinyağı üç tipte sınıflandırılabilir: sızma zeytinyağı, natürel zeytinyağı ve natürel zeytinyağı, maksimum serbest asitlik sırasıyla 1.0 g, 2.0 g ve 3.3 g/100 g'dır. Sızma zeytinyağının asitliğinin 3.0'ı aşması halinde, yağın başlıca fenolik bileşiklerini ve daha az ölçüde skualen gibi bileşenlerini kaybedebileceği bildirilmektedir ².

Diğer zeytinyağları ile karşılaştırıldığında, sızma zeytinyağı, meyveyi çevresel strese karşı koruyan polar minör bileşenler başta olmak üzere fenolik yapıya sahip bileşikleri muhafaza etmesi bakımından farklıdır. Zeytinyağı içeriği; çeşit, coğrafi bölge, yetiştirme teknikleri, iklim koşulları, meyve olgunluğu, meyve depolama, işleme ve yağ depolama yöntemleri gibi birçok faktörden etkilenir ³. Düzenli zeytinyağı tüketiminin sağlık açısından çeşitli faydaları vardır. Akdeniz ülkelerinde zeytinyağı tüketiminin yaygınlığı, diğer Avrupa ülkelerine kıyasla kanser ve kardiyovasküler hastalıklar için nispeten daha düşük ölüm oranlarını açıklayabilir. Zeytinyağı tüketimine atfedilen biyolojik özellikler kısmen fenolik bileşenleriyle bağlantılıdır ve oleik asit ve skualen dahil olmak üzere zeytinyağı fenoliklerinin ve lipit bileşenlerinin doğrudan veya dolaylı antioksidan etkilerine atfedilebilir. Geleneksel Akdeniz toplumlarında gözlemlendiği gibi, sızma zeytinyağı tüketiminin sağlık açısından faydalar sağlayabileceği doğrulanmıştır. Zeytinyağı ve bileşenlerinin Akdeniz diyetiyle ilişkili sağlık yararlarında hayati bir rol oynadığını gösteren önemli kanıtlar vardır, ancak bu yararların tedavi edici olmaktan ziyade öncelikle önleyici olduğu görülmektedir⁴. Bu çalışma, soğuk sıkım ve hasat zamanlamasının zeytinyağının toplam polifenolik ve flavonoid bileşenleri üzerindeki potansiyel yararlı etkisini araştırmayı amaçlamaktadır.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Zeytinlerin toplanması ve zeytinyağının hazırlanması

Zeytinler ekim ayının son haftası 29 Ekim'de toplandı. Aynı gün özel bir fabrikada soğuk sıkım makinası ile ekstrakte edildi. 4,2 kg zeytinden ortalama 0,996±0,15 L yağ elde edildi.

Zeytinyağının fraksiyonlanması ve ekstraksiyon işlemi

Zeytinyağlarının fraksiyonlanması işlemi Owen ve ark (2000) yöntemine göre yapıldı ⁵. Buna göre 10 gram yağ alındı ve 4 ml metanol ilave edildi. 5000 rpm de 2 dk vortekslendi. 5000

rpm’de 30 dk santrifüj edildi ve metanole geçen ekstre (süpernatant) mikropipet yardımıyla ayrıştırıldı. Aynı işlem hekzan-metanol karışımı içinde uygulandı. Yağ kısmı hekzanda kaldı ve metanolle çözülen ekstre alındı.

Toplam fenolik miktarının (TPC) belirlenmesi

Örneklerdeki TPC miktarı Takim ve İsik’in. (2020)’nin ⁶yöntemine göre Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak belirlenmiştir. Hazırlanan ekstraktından 40 µL alınarak üzerine 200 µL Folin-Ciocalteu reaktifi (Merck, Almanya) eklenerek karıştırıldı. Daha sonra 1160 µL distile su eklenip 3 dakika beklendi. Süre sonunda %20’lik Na₂CO₃ çözeltisi eklenerek 10 saniye vortekslendi ve 25 °C’de 2 saat çalkalanmaya bırakıldı. İnkübasyondan sonra toplam fenolik içerik, bir Gallik asit standardına karşı 765 nm’de bir UV spektrometresi (CamSpec M550 SBF UV-VIS) ile ölçüldü. Sonuçlar mg Gallik asit eşdeğeri (GAE)/mL olarak hesaplandı.

Toplam flavonoid miktarının (TFC) belirlenmesi

Örneklerdeki TPC miktarı Necip ve ark. (2021) yöntemine ⁷ göre, toplam flavonoid içeriğinin antioksidan alüminyum klorür kolorimetrik test ile belirlenmiştir. Tüpe 1 mL ekstrakt veya standart kuersetin çözeltisi (50, 100, 200, 400, 800 mg L⁻¹) eklenmiş; ardından 4 mL distile su eklenmiş ve ekleme 0,3 mL %5 NaNO₂ ile tamamlanmıştır. 5 dakika sonra 0,3 mL %10 AlCl₃ eklenmiştir. Altıncı dakikada 2 mL 1 M NaOH eklenmiş ve toplam hacim saf su ile 10 mL’ye tamamlanmıştır. Çözelti karıştırıldı ve 60 dakika boyunca oda sıcaklığında inkübe edildi. Daha sonra hazırlanan reaktif boşluğa karşı absorbans UV spektrometresi ile 510 nm’de belirlendi. Ekstraktın toplam flavonoid içeriği miligram kuersetin asit eşdeğeri/g olarak ifade edilmiştir.

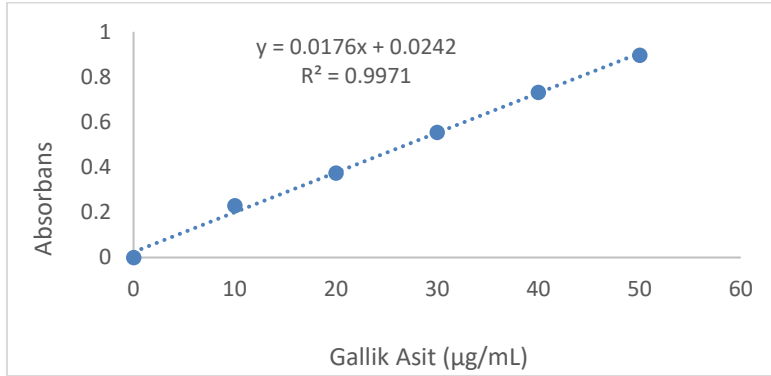
İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler için IBM SPSS Versiyon 16.00 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) yazılımı kullanıldı. Zeytinyağı gruplarının TPC’lerini karşılaştırmak için One-way analysis of variance (One-way ANOVA) uygulandı. Varyans analizi sonrasında gruplarının ortalamaları arasındaki farkları belirlemek amacıyla Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulandı. Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak sunuldu.

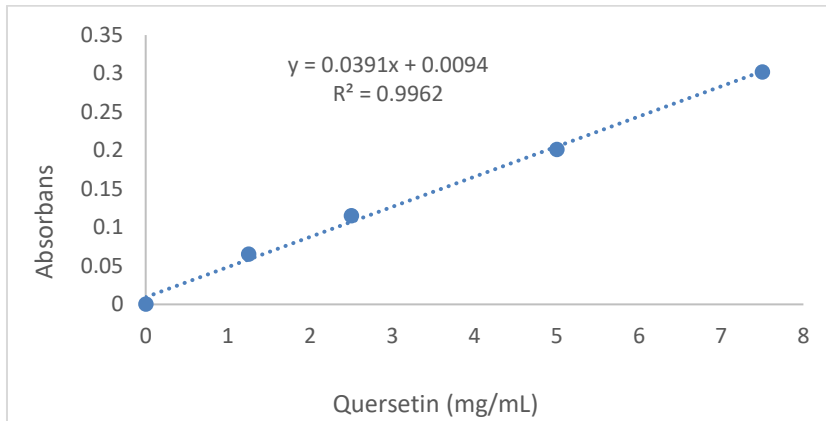
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan fraksiyonlama işleminde sadece metanol kullanıldığında; $8,6 \pm 0,18$ mg/ml derişiminde bir ekstrakt elde edilmiş, metanol ve hekzan birlikte kullanıldığında ise; $5,6 \pm 0,11$ mg/ml derişiminde bir ekstre eldesi sağlanmıştır. Hekzan kullanımı beklediğimizin aksine ekstraksiyon derişimine olumsuz etki etmiştir.

Toplam fenolik analiz sonuçları



Şekil 1. Toplam fenolik bileşik tayini için Gallik asit standart grafiği.



Şekil 2. Toplam flavonoid bileşik tayini için Quersetin asit standart grafiği.

Tablo 1. Toplam fenolik içerik ve toplam flavonoid bileşik analizinde Zeytinyağı ekstreleri'nin analitik parametreleri ve analiz sonuçları.

Metod	Analit	Standart eşdeğer bileşik	LOD / LOQ (µg/L)	Zeytin Yağı Metanol ile fraksiyonlanmış Ekstre (mg equivalent / g yağ)	Zeytin Yağı Metanol ve Hekzan ile fraksiyonlanmış Ekstre (mg equivalent / g yağ)
Fenolik içerik	Zeytin yağı	Gallik asit	0-120	$1,505 \pm 0,007$	$0,64 \pm 0,0045$
Flavonoid bileşiği	Zeytin Yağı	Quersetin	0-16	$1,215 \pm 0,013$	$1,57 \pm 0,006$

Yaptığımız analiz sonuçlarına göre; fraksiyon farklılığı toplam fenolik ve toplam flavonoid miktarlarını, farklı şekillerde etkilemiştir. Sadece metanol fraksiyonu toplam fenolik miktarının artışına neden olmuştur. Fraksiyonlama işleminde metanole ilaveten apolar bir çözücü olan hekzanın eklenmesi ise toplam flavonoid miktarının artmasına neden olmuştur. Bu sonuç ekstraksiyon derişiminde metanolden daha fazla ekstrakt elde edilmesi ve hekzan işin içine katıldığında ekstre derişimin azalması sonucu ile korelasyon göstermektedir.

Literatür verilerine bakıldığında; otuzdan fazla fenolik bileşiğin kaynağı olan zeytinyağındaki toplam fenolik içerik 196-500 mg/kg arasında değişirken, bazı kaynaklar 40-1000 mg/kg arasında değişkenlik olduğunu bildirmektedir ⁴. Bu tutarsızlık, farklı yayınlarda kullanılan farklı yöntemlerden kaynaklanmaktadır. Bizim çalışmamızda sonuçlar gram yağ başına mg gallik asit eşdeğeri olarak verildiği için, literatür ile net bir karşılaştırma söz konusu değildir. Ancak zeytinyağı ekstraksiyonu sırasındaki dönüşüm faktörleri hesaba katıldığında, çalışma sonuçlarımız yaklaşık 650 ile 1500 mg/kg gibi bir noktaya tekabül etmektedir. Buda sonuçların literatür verileri ile ayrıştığına işaret etmektedir. Literatür verileri ve sonuçlarımız birlikte değerlendirildiğinde, erken hasatın toplam fenolik üzerinde pozitif etkilerinin olabileceği görülmektedir. Çünkü Montedoro ve arkadaşları ⁸ İtalyan zeytinyağları için geniş bir aralık (50-1000 mg/kg) bildirmişler ise de sızma zeytinyağında total fenolik bileşik değerinin 232 ± 15 mg/kg olduğu rapor edilmiştir ⁹. Bu sonuç ise erken hasat ve soğuk sıkımın 3 kat fazla fenolik madde oluşturabileceğine işaret etmektedir.

Flavonoidler doğal fenolik bileşiklerdir ve iyi bilinen antioksidanlardır. Çeşitli çalışmalarda flavonoidler açısından zengin olan bitki ekstraktlarının antioksidan aktivitesinin oldukça yüksek olduğu bulunmuştur ¹⁰. Çalışma sonuçlarımızdan göre zeytin yağı ekstrelerinin oldukça yüksek toplam flavonoid içeriğine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca fraksiyonlamada hekzan kullanımının flavonoid miktarlarında artışa neden olduğu anlaşılmaktadır. Literatür verilerine bakıldığında Ferhat ve arkadaşları ¹¹ pirana zeytin yağları için farklı solvent kullanarak hazırladıkları ekstratlarda; En iyi yağ verimi (%16,92) Kloroform/Metanol 25/75 karışımıyla elde edildiğini rapor etmişlerdir. Saf Metanol ile ekstrakte edilmişlerde TPC ve TFC sırasıyla; 136,78 mg GAE/100g yağ ve 27,66 mg QE/100g yağ olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Ekstraksiyon tekniğinin etkinliği açısından, sonuçlar, pirina yağı ekstraksiyonunun metanol ile yapıldığında “TFC”nin daha iyi olduğunu göstermiş olduğunu bildirmişlerdir. Bizim TFC sonuçlarımız ise 120 ile 160 mg QE / 100 g yağ olarak bulunmuştur. Bu sonuçların bizim sonuçlarımızla paralel olduğu anlaşılmaktadır.

ÇIKARIM

Zeytinyağı, sağlık açısından önemli faydalar sağlayan çok sayıda fenolik bileşik içerir. Fenollerin konsantrasyonu ve zeytinyağının lezzeti, çevresel büyüme koşulları, hasat zamanı, yağ üretim yöntemi ve depolama koşulları dahil olmak üzere çeşitli faktörlere bağlıdır. Sonuçlardaki değişkenlik coğrafi köken, yağ çıkarma işlemi, çözücüler, depolama koşulları ve hasat zamanı gibi faktörlere bağlanabilir. Genel olarak, zeytinyağındaki toplam fenoliklerin fraksiyonlanması için en etkili yöntemin sadece metanol kullanmak olduğu kabul edilmektedir. Öte yandan, çift yönlü fraksiyonlama (hem hekzan hem de metanol kullanarak) toplam flavonoidler için daha etkilidir. Ayrıca, erken hasadın zeytinyağındaki hem TFC hem de TPC içeriğini önemli ölçüde artırabileceği iyi bilinmektedir.

KAYNAKÇA

1. Emily Waterman, Mp. and B. L. Bp. P. Mrp. Active Components and Clinical Applications of Olive Oil. 12–4 (2007).
2. Gimeno, E., Castellote, A. I., Lamuela-Raventós, R. M., La Torre, M. C. D. & López-Sabater, M. C. The effects of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolics, α -tocopherol, and β -carotene) in virgin olive oil. *Food Chem* **78**, 207–211 (2002).
3. Ruiz-Gutiérrez, V. ; P. R. de la ; P. J. S. Beneficial effects of virgin olive oil on health. *Recent Research Developments in Nutrition* **3**, 173–197 (2000).

4. Armutcu, F., Namuslu, M., Yüksel, R. & Kaya, M. Zeytinyağı ve Sağlık: Biyoaktif Bileşenleri, Antioksidan Özellikleri ve Klinik Etkileri. *Konuralp Tıp Dergisi* **5**, 60–68 (2013).
5. Owen, R. W. *et al.* The antioxidant/anticancer potential of phenolic compounds isolated from olive oil. *Eur J Cancer* **36**, 1235–1247 (2000).
6. Takım, K. & Işık, M. Phytochemical Analysis of Paliurus spina-christi Fruit and Its Effects on Oxidative Stress and Antioxidant Enzymes in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Appl Biochem Biotechnol* **191**, 1353–1368 (2020).
7. NECİP, A., Mesut, I., GÜZEL, A, K. T.-Ü. T. ve & 2021, U. LC-MS/MS Analysis, Antioxidant Properties and Inhibition Effect on Some Important Metabolic Enzymes of Nicotiana rustica L. *Dergipark. Org. Tr* **24**, 930–938 (2021).
8. Montedoro, Gianfrancesco., Servili, Maurizio., Baldioli, Maura. & Miniati, Enrico. Simple and hydrolyzable phenolic compounds in virgin olive oil. 2. Initial characterization of the hydrolyzable fraction. *J Agric Food Chem* **40**, 1577–1580 (2002).
9. Hashim, Y. Z. H. Y., Eng, M., Gill, C. I. R., McGlynn, H. & Rowland, I. R. Components of Olive Oil and Chemoprevention of Colorectal Cancer. *Nutr Rev* **63**, 374–386 (2005).
10. Kutlu, T., Takım, K., MERVE GÖKŞİN Karaaslan & MUSTAFA ABDULLAH Yılmaz. Effect of Tunceli Mountain Garlic (*Allium tuncelianum*) on Rat Heart Tissue Antioxidant Enzyme Levels and Characterization of Phenolic Components. *KSU J. Agric Nat* **21**, 632–643 (2018).
11. Ferhat, R. *et al.* Effect of extraction solvent on total phenolic content, total flavonoid content, and antioxidant activities of Algerian pomace olive oil. *Int Food Res J* **24**, 2295–2303 (2017).

PLANT PROTECTION PROBLEMS AND SOLUTION SUGGESTIONS OF SÖĞÜT DISTRICT PLATEAU GREENHOUSE PRODUCERS

Prof. Dr. Esin BASIM^{1*}

^{1*}Akdeniz University, Technical Sciences Vocational School, Department of Organic Agriculture, Antalya, TURKIYE. *Corresponding author: esinbasim@akdeniz.edu.tr
ORCID ID: 0000-0001-9188-6609

ABSTRACT

In this study, the plant protection problems of greenhouse producers producing plateau tomatoes in Söğüt district of Burdur province were determined and solution suggestions were presented. For this purpose, one-on-one interviews were held with a total of 50 randomly selected greenhouse producers, survey questions were asked to these people, and the results were evaluated as a percentage. According to the survey results, producers have very little knowledge about diseases and pests, when they encounter diseases and pests, they primarily consult pesticide dealers, producers use pesticides as soon as diseases and pests are seen, in general, they do not have soil analysis before planting, they do not rely too much on cultural control methods. It was determined that they did not comply. Producers mostly complained about the expensive prices of fertilizers and pesticides, as well as high labor costs and selling their products cheaply. According to the results of the research, manufacturers think that the pesticides they use are not harmful to humans, the environment and other living things, and they do not have information about terms such as waiting time and LD₅₀. Producers were also asked whether they use biological control, but they stated that it is difficult to implement this and the effects can only be seen after a long time, and they also stated that it is not possible to use biological products because they are expensive. Producers who produce tomatoes in Söğüt district should be given educational seminars from time to time, they should be supported in modern production, and they should be encouraged to use biological products by reducing the use of chemical pesticides for the safe of the environment and human health.

Keywords: Plateau Greenhouse Production, Plant Protection, Biological Control, Söğüt

SÖĞÜT BELDESİ YAYLA SERA ÜRETİCİLERİNİN BİTKİ KORUMA SORUNLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

ÖZET

Bu çalışmada, Burdur ilindeki Söğüt ilçesindeki yayla domates üretimi yapan sera üreticilerinin bitki koruma sorunları belirlenmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur. Bu amaçla tesadüf olarak seçilen toplam 50 sera üreticisi ile birebir görüşmeler yapılarak bu kişilere anket soruları sorulmuş ve sonuçlar % olarak değerlendirilmiştir. Anket sonuçlarına göre üreticilerin, hastalık

ve zararlılar hakkında çok az bilgi sahibi oldukları, üreticilerin hastalık ve zararlılarla karşılaştıklarında öncelikli olarak zirai ilaç bayilerine danıştıkları, üreticilerin hastalık ve zararlı görülür görülmez hemen pestisit kullandıkları, genel anlamda dikim öncesi toprak analizi yaptırmadıkları, kültürel mücadele yöntemlerine çok fazla riayet etmedikleri belirlenmiştir. Üreticiler en çok gübre ve pestisit fiyatlarının pahalı olmasından, bunun yanında işçilik ücretlerinin fazla olmasından ve ürünlerini ucuza sattıklarından şikayette bulunmuşlardır. Yapılan araştırma sonuçlarına göre, üreticiler kullandıkları pestisitlerin insan, çevre ve diğer canlılara zararlı olmadığını düşünmekte, bekleme süresi ve LD₅₀ gibi terimler hakkında da bilgi sahibi olmadıkları görülmüştür. Üreticilere biyolojik mücadele yapıp yapmadıkları da sorulmuş ancak bunu uygulamanın zor ve etkilerinin ancak uzun zaman sonra görülebileceğini belirtmişler, ayrıca biyolojik ürünlerin pahalı olması nedeniyle kullanmalarının mümkün olmadığını da ifade etmişlerdir. Söğüt ilçesi yayla domates üretimi yapan üreticilere zaman zaman eğitici seminerler verilmeli, modern üretim konusunda desteklenmeli, çevre ve insan sağlığı için de kimyasal pestisit kullanımının azaltılarak biyolojik ürünleri kullanmaları konusunda teşvik edilmeleri gereklidir.

Anahtar Kelimeler: Yayla Sera Üretimi, Bitki Koruma, Biyolojik Mücadele, Söğüt

INTRODUCTION

Vegetables have an important place in human nutrition. People's desire to benefit from vegetables increases every year. In order to meet this consumption, intensive production is required. This production is mainly done in greenhouses. Vegetables constitute 95% of the products grown in greenhouses throughout Türkiye. In the European Union, vegetable production was 63.5 million tons (5% of world production) and fruit production was 38.2 million tons (4.8% of world production) in 2016. In our country, vegetable cultivation is carried out on an area of 1,090,000 hectares, and 56,400 hectares of this is done under greenhouse conditions. Antalya province has the highest share in the distribution of greenhouse areas by province. In Burdur province, a total of 106,893 tons of open vegetable production is carried out in an area of 41,955 decare, and 238,865 tons of greenhouse vegetables are produced in an area of 14,520 decare (Burdur Provincial Directorate of Agriculture, 2022). Table tomatoes are grown on an open field of 6470 decare, producing 28,411 tons of tomatoes. It contributes to greenhouse production of 219,606 tons of tomatoes in an area of 11,999 decare (Burdur Provincial Directorate of Agriculture, 2022). In Söğüt, tomatoes are grown in 4 thousand decare of the 66 thousand decare area, pepper is grown in 8 thousand decare, spinach is grown in 5 thousand decare, and vegetables produced in other agricultural areas. Approximately 120 thousand tons of greenhouse tomatoes are produced annually in an 8 thousand decare greenhouse area in Söğüt town. Produced in greenhouses in Çavdır and Gölhisar districts of Burdur, the plateau tomato, which stands out with its shelf life and taste, is exported to many countries, especially the Balkans. Söğüt Town in Burdur's Çavdır district, whose greenhouse farming activities have increased since the last 10 years, has become a migrant town from a migrant town as a result of the tomatoes produced being in demand throughout the country.

Producers and company owners in Antalya city center and greenhouse growers from Söğüt who produce in Kumluca district and other places have brought greenhouse farming to Söğüt for 10 years. In this study, plant protection problems faced by greenhouse producers producing tomatoes in the plateau in Söğüt district of Burdur province were determined and solution suggestions were presented.

MATERIAL AND METHODS

The main material of the research was the information obtained through the survey method applied to the greenhouse producers in the sample. In the survey study, one-on-one face-to-face interviews were conducted with a total of 50 randomly selected greenhouse producers between 2022-2023, survey questions were asked to these people and the results were evaluated as a percentage. Producers were selected by random sampling method and surveys were conducted to determine the phytopathological problems of the district. In the surveys, producers were asked questions such as general information about phytopathological and entomological problems, disease and pest factors, whether they knew diseases and pests, practices against diseases and pests and the pesticides they used against them. In which areas the producers continue their habits, which diseases they encounter most, which drugs they use most especially in chemical control, application mistakes they make during production, etc. Efforts have been made to find solutions to such problems.

RESULTS AND DISCUSSION

The greenhouse locations where producer surveys were applied in Söğüt town, the number of production greenhouses and the chemical application numbers of producers are given (Table 1).

Table 1. Number of greenhouses (number) examined in Söğüt town and the number of pesticides applied by producers

Location and number of greenhouses examined (Söğüt)	Number of chemical applications
Center-Tomato (5 pieces)	5 times
Center-Tomato (2 pieces)	6 times
Center-Tomato (8 pieces)	4 times
Center-Tomato (12 pieces)	3 times
Center-Tomato (7 pieces)	8 times
Center-Tomato (5 pieces)	2 times

The opinions of producers on diseases and pests are given in Table 2.

Table 2. Producers' views on diseases and pests

Information and Applications	Manufacturers' Responses (%)	
	YES Producers-Tomato	NO Producers-Tomato
Do you recognize diseases and pests when you see them?	85	15
Do you apply medicine immediately when you see diseases and pests?	100	0
Do you think you are knowledgeable enough about diseases and pests?	48	52
Have you seen the same diseases or pests in production before?	70	30
Do you wait for the time it takes to harvest after applying the medicine?	63	37
Do you consult an expert when you see a disease or pest?	75	25
Do you harvest within 7 days after using the pesticide?	68	32

Table 3. Manufacturers' views on pesticides and cultural practices

Information and Applications	Manufacturers Responses (%)	
	YES	NO
Do you read the information on pesticides boxes?	60	40
Do you have soil analysis done?	25	75
Do you use the same pesticides repeatedly?	75	25
Is the pesticide used effective?	95	5
Do you sterilize instruments and equipment?	95	5
Do you collect and destroy pesticide containers?	5	95
Do you maintain the tools used in spraying?	10	90
Do you prefer to use pesticide primarily in the struggle?	99.5	0.5
When spraying, do you use the doses specified on the pesticide boxes?	75	25
Do you use pesticides immediately after preparing them?	65	25

Table 4. Manufacturers' views on pesticides

Information and Applications	Manufacturers Responses (%)	
	YES	NO
Do you know the term LD?	5	95
Do you know what waiting time means?	25	75
Are the pesticides you use harmful to human health?	35	65
Do you do biological control?	2	98
Are the pesticides you use cheap?	0	100
Do you think labor costs are cheap?	0	100
Do you think you sell your product for good money?	45	55
Do you find biological products expensive?	90	10
Do you think the effect of biological control is immediately visible?	5	95
Do you find medicine and fertilizer prices expensive?	100	0

According to the survey results; It has been determined that producers have very little information about diseases and pests, that producers primarily consult agricultural pesticide dealers when they encounter diseases and pests, that producers use pesticides as soon as diseases and pests are seen, that they generally do not have soil analysis before planting, and that they do not comply with cultural control methods very much. Producers stated that they applied medicine immediately when the disease was observed (100%). Producers stated that they immediately recognized diseases and pests they had seen before (85%). Producers were also asked whether they use biological control, but they stated that it is difficult to implement this and the effects can only be seen after a long time, and they also stated that it is not possible. In conclusion; In order for producers to implement innovative practices, emphasis should be placed on incentives and studies to increase production quantities. Producers' use of inputs should be inspected and the use of biologically based pesticides should be expanded. Additionally, alternative control methods against diseases and pests should be researched and made available to producers. For Söğüt town, it is necessary to provide training and support to the producers in order for the agricultural organizations to show the necessary interest in the issue. Producers should give priority to cultural, physical and biological control methods to combat the disease and should be encouraged for this. Producers should definitely have soil analysis done before planting and fertilization done unconsciously. practices should be stopped. Producers need to be informed on issues such as improving the structural features of greenhouses, integrated disease and pest management, certified safe and traceable production.

REFERENCES

1.Burdur Tarım İl Müdürlüğü, 2022. Bitkisel üretim verileri. <https://burdur.tarimorman.gov.tr/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=15>.

EVALUATION OF THE KNOWLEDGE STATUS OF CULTIVATED MUSHROOM PRODUCERS IN KORKUTELİ DISTRICT OF ANTALYA PROVINCE ABOUT ORGANIC AGRICULTURE

Prof. Dr. Esin BASIM^{1*}

^{1*}Akdeniz University, Technical Sciences Vocational School, Department of Organic Agriculture, Antalya, TURKIYE. *Corresponding author: esinbasim@akdeniz.edu.tr
ORCID ID: 0000-0001-9188-6609

Prof. Dr. Hüseyin BASIM²

²Akdeniz University, Agriculture Faculty, Department of Plant Protection, Antalya, TURKIYE. hbasim@akdeniz.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8059-3680

ABSTRACT

In this study, information about organic agriculture was obtained by making on-site visits to the producers producing edible mushrooms in Korkuteli district of Antalya province, and the results were evaluated as a percentage. One-on-one interviews were conducted with a total of 100 randomly selected producers and these producers were asked different survey questions regarding organic agriculture. According to the results of the survey conducted with the producers, they stated that the producers did not have knowledge about growing organic products, that although organic products were sold at high prices, they did not want to engage in organic farming because they required a lot of labor and that it was an expensive production system, and that they thought that it could not be a profitable production. According to the results of the research, it has been determined that the majority of producers want to be informed about organic agriculture, they do not have information about whether organic agriculture supports are available, they find organic pesticides expensive and therefore they cannot use this group of pesticides.

Keywords: Cultivated mushroom, Organic Agriculture, Korkuteli, Antalya

ANTALYA İLİ KORKUTELİ İLÇESİ YEMEKLİK KÜLTÜR MANTARI ÜRETİCİLERİNİN ORGANİK TARIM HAKKINDAKİ BİLGİ DURUMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Bu çalışmada, Antalya ili Korkuteli ilçesinde yemeklik kültür mantarı üretimi yapan üreticilere yerinde ziyaretler yapılarak organik tarım ile ilgili bilgiler elde edilmiş ve sonuçlar % olarak değerlendirilmiştir. Tesadüfî olarak seçilen toplam 100 üretici ile birebir görüşmeler yapılarak bu üreticilere organik tarıma ilişkin farklı anket soruları sorulmuştur. Üreticilerle yapılan anket sonuçlarına göre, üreticilerin organik ürün yetiştirme konusunda bilgi sahibi olmadıkları, organik ürünlerin yüksek fiyatla satılmasına rağmen fazla emek harcamaları ve pahalı bir üretim sistemi olması nedeniyle organik tarımı yapmak istemediklerini ve karlı bir üretim olamayacağını düşündüklerini belirtmişlerdir. Yapılan araştırma sonuçlarına göre, üreticilerin büyük çoğunluğunun organik tarım konusunda bilgilendirilmek istedikleri, organik tarım desteklerinin olup olmadığı konusunda bilgi sahibi olmadıkları, organik içerikli ilaçları pahalı buldukları ve bu nedenle de bu grup ilaçları kullanamadıkları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yemeklik Kültür Mantarı, Organik Tarım, Korkuteli, Antalya

INTRODUCTION

Korkuteli district of Antalya province is the cultivated mushroom and compost production center of Turkey and is the district where the highest mushroom production is made with 18,500 tons (Eren and Pekşen, 2016). 53% of Korkuteli cultivated mushrooms, it is a district that supplies 70% of compost. Approximately 5000 people work in 2560 production warehouses, 1150 enterprises and 7 compost production facilities in the district. Leader in cultivated mushroom production The 5 provinces in the position are Antalya, Burdur, Konya, Kocaeli and Izmir. These are from Denizli, Malatya and Kütahya provinces follow (Anonymous, 2015). Between 2022 and 2023, face-to-face surveys were conducted with 100 randomly selected producers by visiting the places where edible mushrooms are grown in Korkuteli district of Antalya province, and different survey questions regarding organic agriculture were asked to the producers. The purpose of this study is to determine the knowledge of producers about growing organic products and to evaluate their knowledge.

MATERIAL AND METHODS

The main material of the research was the information obtained through the survey method applied to the edible mushroom producers in the sample. A one-to-one face-to-face survey was

conducted with a total of 100 producers in Korkuteli district of Antalya province between 2022-2023 (Table 1). In this study, questions were asked to producers about organic agriculture. Questions were asked about their perspectives on organic product cultivation, whether they use biologically based pesticides when they encounter diseases and pests, questions about human and environmental health, and questions about the effects of pesticides on food. The data obtained from the producers were analyzed based on the percentage rates of the producers.

Table 1. Areas and people surveyed in Korkuteli district

Surveyed areas	Grown Product	Number of people surveyed
Merkez	<i>A. bisporus</i>	55
Yelten	<i>A. bisporus</i>	25
Yazır	<i>A. bisporus</i>	20
Total		100

Face-to-face questions were asked to the producers and edible mushroom producers were visited one-on-one, especially in areas where organic farming is not practiced, in which areas the producers continue their habits, which drugs they use most in chemical control, what they think about organic farming, whether they practice organic farming, etc. Questions such as these were asked and knowledge levels were tried to be evaluated.

RESULTS AND DISCUSSION

The questions stated in the table below were asked to the producers producing mushrooms in Korkuteli district regarding their production. The answers given by the manufacturers to the questions and the percentage rates are stated (Table 2, Table 3)

Table2. Results regarding producers in edible cultured mushroom production in Korkuteli district of Antalya Province

Questions about manufacturers	Number of Production Examined (pieces)	Manufacturers' answers	Ratio (%)
How many years have you been producing?	35	5 years	35
	55	10 years	55
	10	15 years	10
Are you satisfied with the product you grow?	85	Yes	85
	10	Partial	10
	5	No	5
Are you happy with your earnings?	65	Yes	65
	35	No	35
Do you find production profitable?	55	I find it profitable	55
	45	I don't find it profitable	45
What is organic production? Do you have information?	35	Yes I have information	35
	10	I have little knowledge	10
	55	I have no knowledge	55
Would you like to produce organically?			
	68	No	68
	12	I don't know	12
	10	Yes	10

Table 3. Questions and answers of mushroom producers in Antalya Province about the pesticides they use against diseases and pests.

Information about pesticides	Application Method	Number of Responding Producers (Number)	Ratio (%)
Where the medicine is recommended	Neighbour	8	8
	Pesticide Dealer	92	92
Obligation to use pesticide	Yes	95	95
	No	5	5
Increased pesticide use	I use	7	7
	Sometimes I use	15	15
	I do not use	78	78

Biological Pesticide Use	Yes	10	10
	No	85	85
	Sometimes	5	5
Why don't you use organic ingredients?	Expensive	90	90
	Few sellers	10	10
Would you use organic medicines if they were cheaper?	Yes	98	98
	Sometimes	2	2

Table 4. Questions and answers of mushroom producers in Antalya Province about the organic agriculture

Information about organic farming	Application Method	Number of Responding Manufacturers (Number)	Ratio (%)
How do you find organic farming?	Difficult to appliation	75	75
	It has many procedures	15	15
	Labor is too much	10	10
Do you think the products grown in Organic Agriculture are healthy?	Yes	85	85
	No	5	5
	I think it's healthy	10	10
Do you think the products you eat are organic?	Yes	2	2
	No	98	98
Do you have information about organic product supports?	Yes	5	5
	No	95	95
Biological control information	I have information	25	25
	I have no information	75	75

Table 5. Thoughts of cultivated mushroom producers in Antalya province on pesticide use on human health and food.

Effects on humans, environment and food	Application method	Number of Responding Producers (Number)	Ratio (%)
Carcinogenic effect of pesticides	Yes	90	90
	No	10	10
Short-term poisoning state	Yes	20	20
	No	80	80
environmental pollution (water, air and soil)	Yes	35	35
	No	65	65
Infertility	Yes	15	15
	No	85	85
Skin irritation	Yes	51	51
	No	49	49
Taste like old times	Same	30	30
	Better	45	45
	Worse	25	25

Table 6. Thoughts of cultivated mushroom producers in Antalya province on pesticide use on human health and food.

Effects on humans, environment and food	Application method	Number of Responding Producers (Number)	Ratio (%)
Do you believe that you offer reliable products to consumers?	Yes	90	90
	No	6	6
	Undecided	4	4
Do you grow produce that is as good as organic produce?	Yes	75	75
	No	25	25
Do you think organic pesticides are effective?	Yes	10	10
	No	90	90

Table 7. Thoughts of cultivated mushroom producers in Antalya province on pesticide use on human health and food.

Effects on humans, environment and food	Application method	Number of Responding Producers (Number)	Ratio (%)
Human health	Same	83	83
	Bad	2	2
	Better	13	13
	Worse	2	2
Do the organic pesticides leave pesticide residues on food?	Yes	2	2
	No	98	98
Are organic pesticide harmful to the environment?	Environmentally friendly	99	99
	Not environmentally friendly	1	1

Table 8. Thoughts of cultivated mushroom producers in Antalya province on questions about organic production

Questions about organic production	Application method	Number of responding producers (Number)	Ratio (%)
Would you like to receive organic production training?	Yes	99	99
	No	1	1
Do you have information about organic agriculture supports?	I don't know	98	98
	I know	2	2
Do you think organic farming is profitable?	Yes	10	10
	No	90	90

Table 9. Thoughts of cultivated mushroom producers in Antalya province on questions about organic production

Questions about organic production	Application metot	Number of responding producers (Number)	Ratio (%)
Do you think organic products will be sold expensively?	Yes	99	99
	No	1	1
Do you think organic products are troublesome?	Yes	98	98
	No	2	2
Do you think you would earn more if you did organic farming?	Yes	10	10
	No	90	90

What is organic farming? It was observed that the producers were not informed (55%) or had little knowledge (10%). Although 99% of the producers think that organic products are sold expensively, they stated that organic farming will not be profitable, they have to spend a lot of effort, and organic farming is an expensive production system.

According to the results of this survey, the majority of producers stated that they wanted to be informed about organic agriculture and receive training on this subject. They stated that since they do not have information about organic agriculture, they do not know whether there is agricultural support or not.

The majority of producers do not use organic-containing medicines, and when asked why they do not use them, they stated that organic-containing medicines are sold expensively. Manufacturers also believe that organic medicines do not leave residues on foods and are environmentally friendly. 98% of the producers stated that organic farming is laborious and has many procedures. They think that they cannot make good money even if they do organic farming. It is important to conduct training activities such as seminars and panels to increase the knowledge of producers about organic agriculture. It is important to further increase the state's support for organic agriculture and encourage producers in this regard. Since pesticides pose a risk to the environment and human health, the last method of control preferred by producers should be chemical control. It is important to increase and support incentive opportunities for producers to use organic-containing drugs.

REFERENCES

Anonymous, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri. www.tuik.gov.tr.

Eren E., Pekşen A., 2016. Türkiye’ de Kültür Mantarı Sektörünün Durumu ve Geleceğine Bakış. Türk Tarım–Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(3):189-196

TÜRKİYE BALIKÇILIĞI VE SORUNLARI

Doç.Dr. Veysel PARLAK

Atatürk Üniversitesi, veysel.parlak@atauni.edu.tr- ORCID ID: 0000-0002-3459-7963

ÖZET

Balıkçılık, sucul kaynaklardan balık ve diğer deniz ürünlerinin avlanması veya yetiştirilmesi sürecini ifade eder. Bu faaliyet, binlerce yıl boyunca insanlar tarafından gıda, ticaret ve geçim kaynağı olarak kullanılmıştır. Türkiye, zengin deniz kaynaklarına sahip bir ülke olduğu için balıkçılık sektörü önemli bir ekonomik faaliyet alanıdır. Ancak, bu sektörde çeşitli sorunlar ve zorluklarla karşılaşmaktadır. İşte Türkiye balıkçılığı ve karşılaşılan sorunlardan bazıları: Aşırı Avlanma: Türkiye'nin denizlerindeki aşırı avlanma, birçok balık türünün popülasyonlarını tehdit etmektedir. Kontrolsüz avlanma, deniz ekosistemlerinde dengesizliklere yol açabilir ve türlerin yok olma riskini artırabilir. Kirlilik ve Çevresel Etkiler: Denizlerdeki kirlilik ve çevresel etkiler, balıkçılık sektörünü olumsuz etkileyebilir. Endüstriyel atıklar, kara sularının boşaltılması ve deniz kirliliği gibi faktörler, deniz ekosistemlerinin sağlığını tehdit eder. Teknolojik Sorunlar: Bazı balıkçıların eski ve verimsiz teknoloji kullanmaya devam etmesi, avcılık faaliyetlerini sürdürülebilir olmaktan çıkarabilir. Modern ve sürdürülebilir teknolojilerin benimsenmesi önemlidir. Balıkçılık Politikaları: Balıkçılık yönetimi ve politikalarının yetersiz olması, sürdürülebilir balıkçılığı teşvik etmede zorluklara neden olabilir. Dengeleyici ve etkili yönetim stratejileri oluşturulmalıdır. Balıkçı Toplulukları ve Geçim Sorunları: Bazı balıkçı toplulukları, geleneksel balıkçılık yöntemlerini sürdürmekte zorlanabilir ve geçim sorunları yaşayabilir. Balıkçıların eğitimi ve desteklenmesi önemlidir. Deniz Habitatlarının Zarar Görmesi: Kıyı alanlarının gelişimi, deniz habitatlarına zarar verebilir ve balıkçılık faaliyetlerini olumsuz etkileyebilir. Rezerv alanlarının korunması ve deniz habitatlarının sürdürülebilir kullanımı önemlidir. Bu sorunların çözülmesi ve sürdürülebilir balıkçılığın teşvik edilmesi için daha etkili balıkçılık politikaları, denetim mekanizmaları ve bilinçlendirme kampanyalarına ihtiyaç vardır. Ayrıca, balıkçılık sektöründeki paydaşlar arasında iş birliği ve iletişim de artırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Balıkçılık, Sağlıklı gıda, Su ürünleri

1. GİRİŞ

Balıkçılık, dünya genelinde önemli bir ekonomik sektördür ve birçok ülkede milyonlarca insanın istihdam edilmesine ve geçimini sağlamasına katkıda bulunmaktadır. Bu sektör hem denizlerde ve okyanuslarda hem de iç sularda gerçekleştirilen avcılık faaliyetlerini içerir. Balıkçılık, gıda tedariki, ticaret, ekonomik kalkınma ve kültürel önem açısından büyük bir rol oynamaktadır. Balıkçılık endüstrisi, balık veya balık ürünlerini yakalayan, yetiştiren, işleyen, koruyan, depolayan, taşıyan, pazarlayan veya satan faaliyet alanlarını kapsamaktadır. Deniz ve tatlı su balık türleri, kabuklu deniz ürünleri, memeliler ve deniz yosunu, insan tüketimine

yönelik gıdalara, hayvan yemlerine (balık yağı ve balıklar için balık unu...), gübrelere ve diğer ticari ürünlerde kullanılmak üzere bileşenlere ayrıştırılmaktadır (Cisneros vd., 2022). Türkiye'de balıkçılık sektörü, coğrafi konumu ve zengin su kaynakları nedeniyle önemli bir ekonomik faaliyet alanıdır. 1970 yılından beri günümüze kadar balıkçılık sektörü artan bir ivme kazanmış durumdadır. Üç tarafının denizlerle çevrili olması, iç sulardaki göletleri ve nehirleriyle çeşitli su ürünlerine ev sahipliği yapmaktadır. Türk balıkçılığı hem yerel tüketim hem de dış ticaret açısından büyük bir öneme sahiptir.

1.1. Türkiye’de Balıkçılık

Günden güne artan dünya nüfusunun 2030 yılında 8,5 milyar civarında olacağı tahmin edilmektedir. Bununla birlikte gıda talebi de aynı doğrultuda artacaktır. Aşırı tüketim nedeniyle dünya balık stoklarının hızla tükeneceği korkusu artmaktadır. FAO verilerine göre dünya genelinde bilinçsiz ve yoğun bir şekilde yapılan balık avcılığı, mevcut popülasyonların %25’ini çökme noktasına getirmiştir. Günümüzde balıkçılık nadiren 'sürdürülebilir' olmuştur. Gelişmiş teknolojilerin kullanılması, coğrafi genişleme ve besin ağının daha alt kısımlarında daha önce reddedilen türlerin sömürülmesi nedeniyle uzun süre maskelenen seri tükenmelere neden olmaktadır. 1980'lerin sonlarından bu yana küresel avlanmanın artmasıyla birlikte, mevcut eğilimlerin devam etmesi, su ürünleri yetiştiriciliğinin telafi etmesi beklenemeyecek ve hatta daha da kötüleşebilecek arz açığına yol açacaktır. Balıkçılık kapasitesinin uygun seviyelere düşürülmesi, sübvansiyonların ciddi oranda azaltılmasını gerektirecektir (Yılmaz 2021). Okyanusların avlanmayan deniz rezervleri ve sınırlı düzeyde balıkçılık çabasının olduğu alanlar olarak bölgelere ayrılması, işlevsel, çeşitli ekosistemlerde yerleşik kaynaklara dayalı olarak sürdürülebilir balıkçılığa olanak tanıyacaktır. Türkiye son yıllarda AB birliği ülkelerine kıyasla su ürünleri yetiştiriciliğinde 1.sırada yer almaktadır. 2022 yılında 500.000 ton üretim yapılırken 100’den fazla ülkeye ihracat gerçekleştirilmektedir. Gelecek yıllarda hayvansal proteine olan ihtiyaç kat be kat artacak olup bu durum su ürünlerine olan talebin daha da atmasına neden olacaktır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verileri göre 2021’de dünyadaki toplam su ürünleri üretimi 182 milyon ton olmuştur. Bu miktarın 91,2 milyon tonu avcılıktan, 90,8 milyon tonu ise yetiştiricilik yoluyla sağlanmıştır. Türkiye’de 2021 yılı toplam su ürünleri üretimi, 799 bin 844 ton civarındadır. Bu faaliyetlerin 328 bin 158 tonu avcılık, 471 bin 686 tonu ise yetiştiricilik faaliyetleri ile sağlanmıştır. 2022’de toplam üretimin 500 bin tonunu geçmesi beklenirken 2023 yılı hedefi ise 600 bin ton üretim yapmaktır. Ülkemizde aktif bir şekilde 2 bin 382 yetiştiricilik işletmesi bulunmaktadır. Bu işletmelerden 1829’u iç sularda, 553’ü denizlerde üretim yapmaktadır. Türkiye’de yetiştiricilik yapılan başlıca türler, alabalık, levrek, çipura ve Türk somonudur. Bu türlerin yanı sıra kalkan, fangri, mercan, sinagrit, yayın balığı, yılan balığı yetiştiriciliği faaliyetleri de gerçekleştirilmektedir. Avcılık bakımından Ülkemiz balıkçılık filusunda, denizlerde ve iç sularımızda ticari amaçlı su ürünleri avcılığı yapmak üzere ruhsatlandırılmış 18 bin 494 adet balıkçı teknesi bulunmaktadır. Bu teknelerin yüzde 10’nu gırgır ve trol balıkçı tekneleri, yüzde 90’lık kısmını ise geleneksel kıyı balıkçılığı yapan, 10 metreden daha küçük boylardaki balıkçı tekneleri oluşturmaktadır. Ortalama olarak kırsal kesimlerin %3’ü balıkçılıktan geçinmektedir.

1.1.a. Balık Tüketimi

Son yıllara gelindiğinde Türkiye’de artan balık yetiştiriciliğinin aksine tüketim noktasında ters yönlü bir azalma söz konudur. Mevcut verilere göre ülkemizde kişi balık tüketimi 5-6 kg civarındadır. Bu miktar doğu ve güneydoğu Anadolu bölgelerinde 1-2 kg kadar azalmaktadır. Fazla tüketim ise Karadeniz bölgesinde gerçekleşmektedir. Bunun en önemli nedenlerinden biri olarak tedarik aşaması ifade edilmektedir. Çoğu pazar yeri ve zincir marketlerde kırmızı ve beyaz et ürünlerine ulaşmak kolay iken su ürünleri yer almamaktadır. Bu noktada maalesef üretim yapılan ürünlerin büyük bir kısmı ekonomik tercihlerden dolayı yurt dışına ihraç edilmektedir. Tezgahlarda yer alan su ürünleri ise diğer ürünlere göre pahalı olduğu için tercih edilmemektedir. Özellikle büyük şehirlerde iş yoğunluğu nedeniyle bireyler hazır ve pratik yemeklere yönelmektedir. Diğer bir tercih edilmeme etkeni de balık pişirme süreciyle ilişkilidir. Su ürünleri genel olarak mutfak kültürü bakımında deniz kıyısında yaşayan bireyler tarafından tercih edilmektedir (Arslan ve Yıldız, 2021).

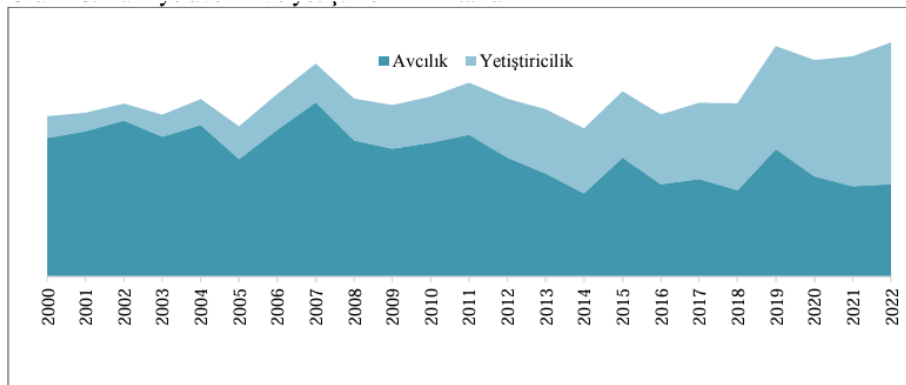
1.2. Türkiye Su Ürünleri Verileri

Türkiye’de son yıllarda hem avcılık hem de yetiştiricilik faaliyetlerinde önemi gelişmeler gözlenmektedir.

Yıllar	Avcılık	Yetiştiricilik	Toplam
2012	432.442	212.410	644.852
2013	374.121	233.394	607.515
2014	302.212	235.133	537.345
2015	431.907	240.334	672.241
2016	335.320	253.395	588.715
2017	354.318	276.502	630.820
2018	314.094	314.537	628.631
2019	463.168	373.356	836.524
2020	364.400	421.411	785.811
2021	328.165	471.686	799.851
2022	335.003	514.805	849.808

Kaynak: TÜİK, 2023

Görsel 1. Türkiye su ürünleri üretim miktarı (ton)



Kaynak: TÜİK, 2023

Görsel 2. Türkiye avcılık ve yetiştiricilik miktarları

Yıllar	Denizlerde Yetiştiricilik	İç sularda Yetiştiricilik	Toplam
2012	100.853	111.557	212.410
2013	110.375	123.019	233.394
2014	126.894	108.239	235.133
2015	138.879	101.455	240.334
2016	151.794	101.601	253.395
2017	172.492	104.010	276.502
2018	209.370	105.167	314.537
2019	256.930	116.426	373.356
2020	293.175	128.236	421.411
2021	335.644	136.042	471.686
2022	368.742	146.063	514.805

Kaynak: TÜİK, 2023

Görsel 3. Türkiye su ürünleri yetiştiriciliği miktarı (ton)

İller	2018	2019	2020	2021	2022
Muğla	115.088	128.706	141.459	144.295	170.206
İzmir	75.084	85.975	99.640	111.547	111.229
Elazığ	18.000	21.550	23.000	26.500	31.106
Mersin	2.788	17.843	19.418	26.299	28.214
Aydın	20.523	25.779	23.571	30.238	27.371
Sinop	3.229	5.353	6.638	6.638	18.405
Samsun	6.666	6.341	12.569	14.721	13.971
Trabzon	5.541	7.702	8.315	11.040	13.256
Şanlıurfa	4.000	5.025	7.004	7.658	7.161
Kayseri	4.143	3.258	3.974	3.984	7.135
Diğer	57.924	63.019	72.694	85.343	93.886
Türkiye	314.537	373.356	421.411	471.686	514.805

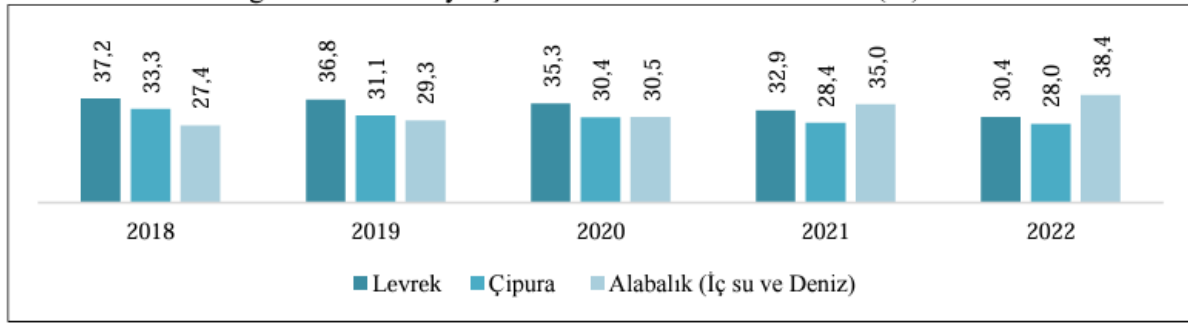
Kaynak: TÜİK, 2023

Görsel 4. İllere göre su ürünleri yetiştiriciliği (ton)

Türler	2018	2019	2020	2021	2022
Levrek	116.915	137.419	148.907	155.151	156.602
Alabalık (İç su)	76.680	99.730	109.749	133.476	152.469
Çipura	104.887	116.053	127.905	134.174	144.347
Alabalık (Deniz)	9.610	9.692	18.689	31.509	45.454
Grenyüz (Sarıağız)	907	4.168	4.037	4.585	5.469
Orkinos	3.571	2.327	4.338	4.952	3.879
Midye	1.486	3.375	7.428	5.913	4.771
Diğer	481	592	358	1.926	1.814
Toplam	314.537	373.356	421.411	471.686	514.805

Kaynak: TÜİK, 2023

Görsel 5. Türlerine göre su ürünleri yetiştiricilik üretim miktarı (ton)



Kaynak: TÜİK, 2023

Görsel 6. Türlerine göre su ürünleri yetiştiricilik üretim miktarı oranları (%)

Yıllar	Deniz	İç su	Toplam
2013	339.047	35.074	374.121
2014	266.078	36.134	302.212
2015	397.731	34.176	431.907
2016	301.464	33.856	335.320
2017	322.173	32.145	354.318
2018	283.955	30.139	314.094
2019	431.572	31.596	463.168
2020	331.281	33.119	364.400
2021	295.025	33.140	328.165
2022	301.747	33.256	335.003

Kaynak: TÜİK, 2023

Görsel 7. Su ürünleri avcılık miktarı (ton)

Yıllar	Akdeniz	Batı Karadeniz	Doğu Karadeniz	Ege	Marmara	Toplam
2017	13.811	77.900	157.952	47.676	24.832	322.172
2018	12.726	86.922	89.355	42.612	52.338	283.954
2019	13.802	76.557	270.197	41.216	29.797	431.572
2020	15.336	113.425	136.268	42.106	24.146	331.281
2021	14.922	79.523	149.103	37.076	14.400	295.025
2022	13.086	118.168	103.339	42.939	24.216	301.747

Kaynak: TÜİK, 2023

Görsel 8. Denizlere göre avcılık miktarı (ton)

Balık türü	2018	2019	2020	2021	2022
Hamsi	158.094	96.452	262.544	151.598	125.980
Palamut	30.920	1.578	22.743	2.595	49.892
Sardalya	23.426	18.854	19.119	15.800	16.729
İstavrit	12.985	20.678	19.505	24.006	14.930
Çaça	33.950	20.057	38.078	28.041	11.162
Mezgit	8.248	6.814	8.941	10.380	7.690
Lüfer	1.935	5.767	1.213	5.804	5.495

Kaynak: TÜİK, 2023 *Kraça ve Karagöz

Görsel 9. Türlerine göre avcılık miktarı (ton)

Verilen görselleri (BSGM 2022) incelediğimizde genel olarak son 10 yıllık süreçte ülkemizde hem iç sularda hem de denizel ortamda yapılan su ürünleri faaliyetlerinde artışlar olduğunu söyleyebiliriz. Bu durum ülkemiz için ekonomik açıdan oldukça önemlidir.,

2. Türkiye’de Balıkçılığın Sorunları

Türkiye’de balıkçılık sektörü bir dizi sorunla karşı karşıyadır. Bu sorunlar, çeşitli faktörlerden kaynaklanmakta ve sektörde sürdürülebilirlik, ekonomik kalkınma ve çevresel etkiler gibi geniş bir yelpazede etkiler yaratmaktadır (Öztürk ve Tuğba 2023). İşte Türkiye’de balıkçılığın başlıca sorunları:

Aşırı avlanma: Denizlerdeki aşırı avlanma, balık stoklarının azalmasına ve türlerin nesli tehlike altına girmesine neden olabilir. Denizlerdeki balık rezervlerinin sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

Kaçak ve denetimsiz avlanma: Denetimsiz ve kaçak avlanma, yasal düzenlemelere uyulmamasına ve sürdürülebilir balıkçılık prensiplerine aykırı davranılmasına neden olmaktadır. Bu durum, stokların hızla azalmasına ve ekosistem dengesinin bozulmasına yol açabilir.

Teknolojik eksiklikler: Bazı balıkçıların kullanılan teknoloji konusunda yetersiz olması, etkili avlanma yöntemlerinin kullanılamamasına ve verimliliğin düşmesine neden olabilir.

Balıkçı köylerindeki ekonomik sıkıntılar: Balıkçı köylerinde yaşayanların gelir seviyeleri düşük olabilir ve yaşam koşulları zorlayıcı olabilir. Bu durum, genç nüfusun sektörden uzaklaşmasına neden olabilir.

Kirlilik ve çevresel faktörler: Denizlerdeki kirlilik, su kalitesinin düşmesine ve balık stoklarının zarar görmesine yol açabilir. Ayrıca, iklim değişikliği de deniz suyu sıcaklıkları, akıntılar ve balık göçlerini etkileyerek balıkçılığı olumsuz yönde etkileyebilir.

Altyapı eksiklikleri: Liman ve balık hali gibi altyapı eksiklikleri, balıkçıların ürünlerini işlemelerini ve pazarlamalarını zorlaştırabilir.

Denetim ve yönetim eksiklikleri: Balıkçılık faaliyetlerini düzenleyen yasal düzenlemelerin yetersiz veya etkisiz olması, denetim eksiklikleri ve deniz kaynaklarının etkili bir şekilde yönetilememesi sektörün sorunları arasında yer alır.

Bu sorunların çözülmesi için sürdürülebilir balıkçılık yönetimi, eğitim ve bilinçlendirme kampanyaları, teknolojik yenilikler ve daha etkili denetim mekanizmaları gibi önlemler alınması önemlidir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Son yıllarda su ürünleri sektörünün diğer gıda sektörlerine kıyasla daha yüksek bir ivme kazandığını söyleyebiliriz. Artan dünya nüfusunun hayvansal ve sağlıklı gıda ihtiyacının karşılanmasında su ürünleri sektörünün daha da önemli bir hale geleceği aşıkardır. Ülkemiz sahip olduğu su kaynakları ile su ürünleri üretimi açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Ancak avcılık ve yetiştiricilik faaliyetleri ile elde edilen su ürünleri miktarımız mevcut potansiyelin çok altında kalmaktadır. Devlet desteği ve yeni yatırımlar ile su ürünleri sektörünü geliştirilmesi oldukça önemlidir. Ayrıca sağlıklı gıdaya ulaşma noktasında dünya genelinde çok büyük problemler söz konusu iken ülkemiz insanların beslenme alışkanlıklarının değiştirilmesi ve su ürünleri sektörüne pozitif bir bakış getirilmesi gereklidir. Böylece ülkemizde mevcut durumda çok düşük olan su ürünleri tüketimin artmasına fayda sağlanacaktır. Özellikle küçük ölçekli aile işletmelerinin hibeler ile desteklenmesi ve balıkçılık faaliyetlerinin genele yayılması tüm kıyı kesimlerinde yaşayan insanlar için gelir kaynağı olacaktır. Geleceğin en önemli sektörleri arasında gösterilen su ürünlerinin tüm ülke genelinde benimsenmesi ve faaliyetlerinin yaygınlaştırılması ülke ekonomimizin gelişmesine önemi katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Cisneros-Montemayor, A. M., Sinan, H., Nguyen, T., Da Rocha, J. M., Sumaila, U. R., Skerritt, D. J., ... & Bailey, M. (2022). A constructive critique of the World Trade Organization draft agreement on harmful fisheries subsidies. *Marine Policy*, 135, 104872.
- Yılmaz, Ö. T. (2021). Türkiye’de sürdürülebilir mavi ekonomi için balıkçılık desteklerinin değerlendirilmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(3), 906-923.
- BSGM (2022). Su Ürünleri İstatistikleri, <https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Belgeler/Icerikler/Su%20Ürünleri%20Veri%20Öve%20Dökümanları/Bsgm-istatistik.pdf> adresinden edinilmiştir. (Erişim Tarihi: 06. 04. 2023).
- Arslan, G. ve Yıldız, P. O. (2021). Türkiye Su Ürünleri Sektörüne Genel Bakış, Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 7(1), 46-57.
- Öztürk, s., & Tuğba, i. B. İ. K. (2023). Balıkçılık sektörünün ülke ekonomisine ekonomik etkileri: Türkiye’de balıkçılık sektörünün sorunları ve Moritanya’ya balıkçı göçlerinin değerlendirilmesi. *Econharran*, 7(12), 48-61.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SU ÜRÜNLERİ

Doç.Dr. Veysel PARLAK

Atatürk Üniversitesi, veysel.parlak@atauni.edu.tr- ORCID ID: 0000-0002-3459-7963

ÖZET

İklim değişikliği, dünya genelinde iklim koşullarında meydana gelen uzun vadeli değişiklikleri ifade eder. Bu değişiklikler, atmosferdeki sera gazlarının artışı gibi insan faaliyetlerinden kaynaklanan etkilerle birlikte doğal faktörlerin etkisiyle de gerçekleşebilir. İklim değişikliği, birçok ekosistem üzerinde önemli etkiler doğurabilir ve su ürünleri sektörü de bu değişikliklerden etkilenen alanlardan biridir. İklim değişikliğinin su ürünleri üzerindeki etkileri şunlar olabilir: Deniz suyu sıcaklığı artışı: Artan deniz suyu sıcaklığı, balık türleri için uygun yaşam koşullarını etkileyebilir. Belirli türler, daha serin sulara göç edebilir ve bu durum balıkçılık endüstrisini etkileyebilir. Okyanus asitlenmesi: Artan karbon dioksit seviyeleri, okyanuslardaki asiditeyi artırabilir. Bu durum, denizel organizmaların kalsiyum karbonat içeren iskeletlerinin oluşumu üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir. Özellikle mercan resifleri ve midyeler gibi organizmalar bu etkiden zarar görebilir. Deniz seviyesinde yükselme: Küresel ısınma nedeniyle kutuplardaki buzulların erimesi, deniz seviyelerinde yükselmeye neden olabilir. Bu durum, kıyı bölgelerindeki su ürünleri habitatlarını ve yetiştiricilik tesislerini etkileyebilir. Mevsimsel değişiklikler: İklim değişikliği, deniz ve okyanus mevsimlerinde değişikliklere neden olabilir. Bu da balık göçlerini, üreme süreçlerini ve avlanma mevsimlerini etkileyebilir. Sürdürülebilir balıkçılık üzerindeki baskılar: İklim değişikliği, bazı balık türlerinin azalmasına neden olabilir, bu da sürdürülebilir balıkçılık uygulamalarını zorlaştırabilir. Bu etkiler, su ürünleri endüstrisindeki faaliyetleri ve balıkçılığı etkileyebilir. Bu nedenle, iklim değişikliği ile başa çıkmak ve su ürünleri sektörünü sürdürülebilir kılmak için çeşitli önlemler alınması gerekmektedir. Bu önlemler arasında sürdürülebilir balıkçılık uygulamalarının teşvik edilmesi, deniz habitatlarının korunması, karbon emisyonlarının azaltılması ve su ürünleri yönetiminde iklim değişikliğini dikkate alan stratejilerin benimsenmesi yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, Su ürünleri, Sürdürülebilirlik

1. GİRİŞ

Günümüzde karşı karşıya olduğumuz en büyük çevresel tehditlerden biri iklim değişikliğidir. Atmosferdeki sera gazlarının artması ve insan etkinliklerinin doğaya olan etkileri, gezegenimizin iklimini önemli ölçüde değiştirmektedir. Bu değişikliklerin ciddi sonuçları olabilir ve küresel çapta bir dizi sorunu beraberinde getirebilir. İklim değişikliği, bir bölgenin uzun vadeli ortalama hava koşullarında meydana gelen belirgin değişiklikleri ifade eder. İklim değişikliği genellikle atmosferdeki sera gazlarının artmasıyla ilişkilidir. Bu gazlar, karbon

dioksit (CO₂), metan (CH₄), azot oksitler (NO_x) ve diğerleri gibi, endüstriyel faaliyetler, enerji üretimi, tarım ve diğer insan etkinlikleri sonucunda atmosfere salınır (Abbass vd., 2023). Küresel ortalama sıcaklıkların artması, iklim değişikliğinin en belirgin belirtisidir. Kutuplardaki buzulların erimesi ve deniz suyu ısınması nedeniyle deniz seviyesi yükselmektedir. Bu durumda Şiddetli kasırgalar, kuraklık, aşırı yağış, sel ve orman yangınları gibi doğal afetlerin frekansı ve şiddeti artabilir. Bunun yanı sıra İklim değişikliği, ekosistemleri etkileyerek bitki ve hayvan türlerinin dağılımını, davranışını ve popülasyonlarını değiştirebilir. İklim değişikliği, tarım üretimini etkileyebilir ve su kaynaklarının dağılımını değiştirebilir. Bunların sonucu olarak su kaynakları, gıda güvenliği, göç hareketleri ve ekonomik sistemler üzerinde önemli olumsuz etkiler oluşabilecektir (Gatto vd., 2023). Su kaynakları ve gıda arzında önemli bir yere sahip olan su ürünleri bu durumdan olumsuz olarak etkilenmekte ve sürdürülebilir gıda tedariki etkilenmektedir. Bu sorun küresel bir ölçekte ciddi bir endişe kaynağıdır ve çeşitli ülkeler, kuruluşlar ve bireyler iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak ve uyum sağlamak için çeşitli çözümler aramaktadır. Bu çözümler arasında sürdürülebilir enerji kullanımı teşvik etmek, sera gazı emisyonlarını azaltmak, ormancılığı desteklemek ve toplumları iklim değişikliğine uyum sağlamaya hazırlamak gibi önlemler bulunmaktadır.

1.2. Sera Gazları

Sera gazları, atmosferdeki belirli gazların birikmesi sonucu oluşan gazlardır. Bu gazlar, güneşten gelen ışınları tutarak dünyanın ısınmasına neden olurlar. Doğal sera gazları, örneğin su buharı, karbon dioksit (CO₂), metan (CH₄), azot oksitleri (NO_x) ve ozon içerir. Ancak, insan etkinlikleri sonucu atmosferdeki bu gazların miktarları artmıştır. İnsan kaynaklı sera gazları, özellikle endüstriyel faaliyetler, enerji üretimi, ulaşım ve tarım gibi insan etkileşimlerinden kaynaklanmaktadır. İşte bazı önemli sera gazları: **Karbon Dioksit (CO₂):** Fosil yakıtların yanması, endüstriyel süreçler ve ormansızlaşma gibi etkinlikler CO₂ salınımına neden olur. CO₂, en uzun atmosferik ömre sahip olan gazdır. **Metan (CH₄):** Metan, hayvansal atıkların çürümesi, çöp depolama alanları, doğal gaz üretimi ve tarım faaliyetleri gibi durumlarda ortaya çıkar. Metan, kısa vadeli ancak güçlü bir sera gazıdır. **Azot Oksitleri (NO_x):** Bu gazlar, fosil yakıtların yanması ve endüstriyel faaliyetler sırasında oluşur. NO_x, troposferde ozon üretimine katkıda bulunur ve sera gazı etkilerine sahiptir. **Florlu Gazlar:** Hidroflorokarbonlar (HFC'ler), perflorokarbonlar (PFC'ler), kükürt heksaflorid (SF₆) gibi özel kullanım amaçları için üretilen gazlardır. Bu gazlar genellikle soğutma ve klima sistemlerinde, elektrik üretiminde ve endüstriyel süreçlerde kullanılır (Gambhir vd., 2022). Bu sera gazlarının atmosferde birikmesi, sera etkisi olarak adlandırılan duruma yol açar. Sera etkisi, güneşten gelen ışınların bir kısmının atmosferdeki gazlar tarafından tutulması ve dünyanın ısınmasına neden olan bir süreçtir. Ancak, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının artması, bu etkiyi güçlendirmekte ve iklim değişikliğine neden olmaktadır. Bu nedenle, sera gazı emisyonlarını azaltmak ve sürdürülebilir pratiklere yönelmek, iklim değişikliği ile mücadelede kritik öneme sahiptir. Sera gazlarının kontrol altına alınması ve azaltılması, iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynamaktadır. İşte sera gazlarının engellenmesi için alınabilecek önlemler: **Sürdürülebilir Enerji Kullanımı:** Fosil yakıtların (kömür, petrol, doğalgaz) yanması, atmosfere büyük miktarda karbon dioksit (CO₂) salınımına neden olur. Sürdürülebilir enerji kaynaklarına (güneş, rüzgâr,

hidroelektrik, jeotermal) geçiş, sera gazı emisyonlarını azaltmanın etkili bir yoludur. Enerji Verimliliği: Enerji verimli teknolojilerin benimsenmesi, enerji tüketimini azaltarak doğrudan sera gazı emisyonlarını düşürebilir. İyi izolasyon, enerji tasarruflu aydınlatma ve enerji etiketlerine sahip cihazlar kullanımı gibi adımlar enerji verimliliğini artırabilir. Ormancılık Destekleme: Ormanlar, karbonu emerek atmosferden temizlerler. Ormanların kesilmesi ve yangınlar, atmosfere daha fazla karbon salınmasına neden olur. Ormancılığın sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi ve yeni ağaçlandırma projeleri, karbon emilimini artırabilir. Sanayi Süreçlerini Dönüştürme: Endüstriyel faaliyetler, sera gazlarının bir diğer büyük kaynağıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, enerji yoğun sanayi süreçlerini daha verimli hale getirme ve karbon yakalama teknolojilerinin kullanılması gibi önlemler, endüstriyel emisyonları azaltabilir. Ulaşım Sürdürülebilir Alternatiflere Yatırım: Taşımacılık, büyük ölçüde fosil yakıtlara dayanır ve bu da sera gazlarının atmosfere salınmasına neden olur. Elektrikli araçlar, toplu taşıma ve bisiklet gibi sürdürülebilir ulaşım alternatiflerine yatırım yapmak, taşıma sektöründen kaynaklanan emisyonları azaltabilir. Toplumsal Farkındalık ve Politika: İklim değişikliğiyle mücadelede etkili politikaların uygulanması için toplumsal destek önemlidir (Krabbe vd., 2015). Sera gazlarını azaltmaya yönelik düzenlemeler, teşvikler ve vergi avantajları gibi politik önlemler, şirketleri ve bireyleri sürdürülebilir uygulamalara yönlendirebilir. Karbonsuz Tarım: Tarım, metan ve azot oksit gibi sera gazlarının önemli bir kaynağıdır. Sürdürülebilir tarım uygulamaları, gübre kullanımını azaltma, su yönetimi ve ormansızlaşmayı önleme gibi yöntemlerle tarımsal emisyonları azaltabilir. Sera gazlarını azaltmak için bu önlemlerin bir kombinasyonu ve küresel olarak benimsenmesi gereklidir. Bu, bireylerin, şirketlerin, toplumların ve hükümetlerin birlikte çalışmasıyla gerçekleştirilebilir.

1.3. Su Ürünleri

Dünya genelinde su ürünleri, geniş bir yelpazede birçok tür ve kaynaklardan elde edilmektedir. Su ürünleri, tatlı su göletlerinden okyanuslara kadar farklı sucul ekosistemlerden çeşitli balıklar, kabuklu deniz ürünleri ve diğer su ürünlerini içermektedir. İnsanlar, bu su ürünlerini besin kaynağı olarak kullanmanın yanı sıra ticaret, istihdam ve kültürel önem açısından da değerlendirmektedirler. Dünya genelinde yaygın olarak tüketilen su ürünleri arasında ton balığı, somon, alabalık, uskumru, karides, kalamar, istiridye, midye, levrek ve hamsi gibi birçok tür bulunmaktadır. Her bölge, kendi iklim ve coğrafyasına özgü su ürünleri çeşitliliğine sahiptir. Su ürünleri kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi büyük önem taşımaktadır. Aşırı avlanma, deniz habitatlarının tahribatı ve illegal avlanma gibi sorunlar, su ürünleri kaynaklarını tehdit edebilir. Sürdürülebilir balıkçılık uygulamaları, bu kaynakların gelecek nesiller için korunmasını amaçlar (Naylor vd., 2000). Maalesef küresel ısınma ve iklim değişikliğinin sonucunda su kaynaklarında meydana gelen kimyasal ve fiziksel değişimler sucul ekosistemde yaşayan canlıları olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Özellikle mercan resifleri, okyanuslarda ve denizlerde bulunan eşsiz ve zengin ekosistemlerdir. Bu resiflerin ekolojik, biyolojik ve ekonomik önemleri bulunmaktadır. Binlerce farklı balık türü, yumuşakçalar, mercanlar, denizanası, yıldız balıkları ve daha pek çok deniz canlısı bu alanlarda yaşamaktadır. Mercan resifleri, birçok balık türü için üreme ve beslenme alanları olarak hizmet eder. Resiflerdeki karmaşık yapılar, genç balıkların avcılardan korunmasına ve büyümelerine yardımcı olur. Bu, balık popülasyonlarının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi açısından kritiktir (Beamish ve

Noaes 2004). Ancak su sistemlerindeki sıcaklık değışiklikleri son 10 yılda dünya genelinde mercan resiflerinin %15 civarında yok olmasına neden olmuştur. Küresel ısınma sonucu deniz yüzeyindeki sıcaklık artışı en olumsuz faktörü oluştururken, aşırı avlanma ve özellikle trol avcılığı mercan kaynaklarının tahrip olmasına neden olmaktadır. Mercan resifleri, milyonlarca insanın besin ve ekonomik geçim kaynağı olan balıklar ve diğer su ürünleri için doğal yaşam alanıdır. Ayrıca denizlerde meydana gelen büyük dalgalara ve fırtınalara karşı set görevi görmektedir. Böylece kıyıların korunmasını sağlamaktadır.



Görsel 1. Mercan resifleri

2. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

İklim değışikliği, dünya genelinde su ürünleri ve balıkçılık sektörü üzerinde çeşitli etkiler yaratmaktadır. Bu etkiler, deniz suyu sıcaklıklarındaki değışim, okyanus asidifikasyonu, deniz seviyesindeki yükselme ve ekstrem hava olaylarının artışı gibi faktörlere dayanmaktadır. İklim değışikliğinin su ürünlerine olan potansiyel etkileri, deniz suyu sıcaklıklarındaki artışa neden olmaktadır. Bu durum, balık türlerinin dağılımını ve göç hareketlerini etkileyerek balıkçılık faaliyetlerini zorlaştırabilir. Sıcaklık değışiklikleri aynı zamanda su ürünleri yetiştiriciliğini etkileyebilir. Atmosferdeki karbon dioksit seviyelerinin artması, okyanuslardaki suyun asidik hale gelmesine neden olur (Edemen vd., 2023). Bu durum, kabuklu deniz canlıları gibi birçok su ürününün kalsiyum karbonat kabuklarını oluşturmalarını zorlaştırabilir. Bu durum, özellikle karides, midye ve istiridye gibi türleri olumsuz etkileyebilir. İklim değışikliği, buzulların erimesi ve deniz suyu sıcaklıklarındaki artış nedeniyle deniz seviyelerinde yükselmeye neden olmaktadır. Bu durum, kıyı bölgelerindeki su ürünleri yetiştiriciliği ve balıkçılık faaliyetlerini etkileyebilir. Kıyı bölgelerindeki ekosistemlere ve balıkçılık faaliyetlerine zarar verebilir. Artan sıklıkta ve şiddetteki ekstrem hava olaylarına neden olabilir. Kasırgalar, şiddetli yağışlar, sel ve deniz seviyesindeki ani değışiklikler gibi olaylar, su ürünleri ve balıkçılık altyapısına zarar verebilir. Deniz ekosistemlerinde değışikliklere neden olabilir. Sıcaklık, besin dağılımı, su dolaşımı ve deniz akıntılarındaki değışimler, balık türlerinin dağılımını ve yaşam alanlarını etkileyebilir (Karaman ve Gökalt 2010). Bu durum, balıkçılık sektörünü etkileyebilir ve bazı türlerin popülasyonlarını azaltabilir. Sıcaklık değışiklikleri ve ekosistem değışiklikleri, balıkçılık verimliliğini etkileyebilir. Belirli balık türleri için uygun yaşam alanlarının değışmesi, balıkçılık kaynaklarını yönetmeyi ve sürdürülebilir balıkçılık uygulamalarını daha

zor hale getirebilir. Bu etkiler, su ürünleri ve balıkçılık sektörünün sürdürülebilirliği ve geleceği için önemli bir konudur. Sürdürülebilir balıkçılık uygulamaları, iklim değişikliğine uyum sağlama çabaları ve çevresel koruma önlemleri, bu sektörü korumak ve gelecek nesiller için sürdürülebilir kaynaklar sağlamak adına önemlidir.

KAYNAKÇA

- Abbass, K., Qasim, M. Z., Song, H., Murshed, M., Mahmood, H., & Younis, I. (2022). A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(28), 42539-42559.
- Beamish, R. J., & Noakes, D. J. (2004). Global warming, aquaculture, and commercial fisheries. *Stock Enhancement and Sea Ranching: Developments, Pitfalls and Opportunities*, edited by KM Leber, S. Kitada, HL Blankenship and T. Svasand, Blackwell Publ. Ltd. Oxford, 25-47.
- Edemen, M., Engin, V., Boynukara, E., Narin, E., Yalçın, M., Küçükilhan, H., ... & Kavlak, A. (2023). Küresel ısınma, küresel ısınmanın nedenleri ve sonuçları dünya ve türkiye üzerine olası etkileri. *International journal of social humanities sciences research*, 10(91), 37-48.
- Gambhir, A., George, M., McJeon, H., Arnell, N. W., Bernie, D., Mittal, S., ... & Monteith, S. (2022). Near-term transition and longer-term physical climate risks of greenhouse gas emissions pathways. *Nature Climate Change*, 12(1), 88-96.
- Gatto, C. R., Williamson, S. A., & Reina, R. D. (2023). Mitigating the effects of climate change on the nests of sea turtles with artificial irrigation. *Conservation Biology*, 37(1), e14044.
- Karaman, S., & Gökalp, Z. (2010). Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 59-66.
- Krabbe, O., Linthorst, G., Blok, K., Crijns-Graus, W., Van Vuuren, D. P., Höhne, N., ... & Pineda, A. C. (2015). Aligning corporate greenhouse-gas emissions targets with climate goals. *Nature Climate Change*, 5(12), 1057-1060.
- Naylor, R. L., Goldburg, R. J., Primavera, J. H., Kautsky, N., Beveridge, M. C., Clay, J., ... & Troell, M. (2000). Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405(6790), 1017-1024.

GÜMÜŞİ HAVUZ BALIĞININ (*Carassius gibelio*) LAGENAR VE UTRİKULAR OTOLİT ÖLÇÜMLERİ İLE BALIK BOYU ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Dr. Semra SAYGIN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Atakum, Samsun, Türkiye,
semra.saygin@omu.edu.tr - ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3249-5074>

Doç. Dr. Melek ÖZPİÇAK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Atakum, Samsun, Türkiye,
melek.zengin@omu.edu.tr - ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3506-4242>

Prof. Dr. Savaş YILMAZ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Atakum, Samsun, Türkiye,
savas.yilmaz@omu.edu.tr - ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2859-4886>

ÖZET

Bu çalışmada, Samsun İli Engiz Çayı'ndan örneklenen *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) türünün otolit ölçümleri ile balık boyu arasındaki ilişkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Örneklenen *Carassius gibelio* bireylerinin total boyları ölçülmüş ($\pm 0,01$ cm), ağırlıkları tartılmıştır ($\pm 0,001$ g), gonadların maskroskobik incelenmesi ile eşeyleri tayin edilmiştir. Her bir bireye ait lagenar ve utrikular otolitler çiftler halinde sağ ve sol ayrımları yapılarak çıkarılmış ve analizlerde sağ otolitler kullanılmıştır. Otolitler görüntü analiz sisteminde görüntülenerek fotoğrafları çekilmiş, Image J programı kullanılarak piksel-mm dönüşümü yapılarak otolit ölçümleri alınmıştır. Asteriskus boyu, asteriskus yüksekliği, lapillus boyu ve lapillus genişliği ölçümleri ($\pm 0,001$ mm) ile balık boyu arasındaki ilişkiler power model kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen balıkların boyları, 7,5 ile 27,1 cm (ort $\pm$ ss, 16,73 $\pm$ 5,65), ağırlıkları 6,32-317,86 g (ort $\pm$ ss, 99,56 $\pm$ 75,75) arasındadır. Ortalama ($\pm$ ss) asteriskus boyu, asteriskus yüksekliği, lapillus boyu ve genişliği sırası ile; 3,21 $\pm$ 0,95, 3,22 $\pm$ 0,96, 2,24 $\pm$ 0,60, 1,60 $\pm$ 0,43 mm'dir. Asteriskus boyu, asteriskus yüksekliği, lapillus boyu ve lapillus genişliği ile balık boyu arasında kuvvetli ilişkilerin olduğu belirlenmiştir ($P < 0,001$, $R^2 > 0,92$). Bu ilişki denklemlerinde, balık boyu ile otolit ölçümleri arasında en kuvvetli ilişki gösteren asteriskus yüksekliğidir ($R^2 > 0,98$). Otolitlere ait boy, en, yükseklik ölçümleri ile balık boyu arasındaki ilişkiler, özellikle arkeolojik çalışmalarda, beslenme çalışmalarında, balık büyümesi ve fosil balıkların incelenmesinde kullanılmaktadır. Engiz Çayı'ndan elde edilen *Carassius gibelio* türünün otolitleri ile balık boyu arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması, dünya genelinde istilacı olan bu balık ile ilgili yapılacak çalışmalara kaynak veri oluşturması planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gümüşü Havuz Balığı, *Carassius gibelio*, Otolit Ölçümleri, Engiz Çayı, Samsun

1. GİRİŞ

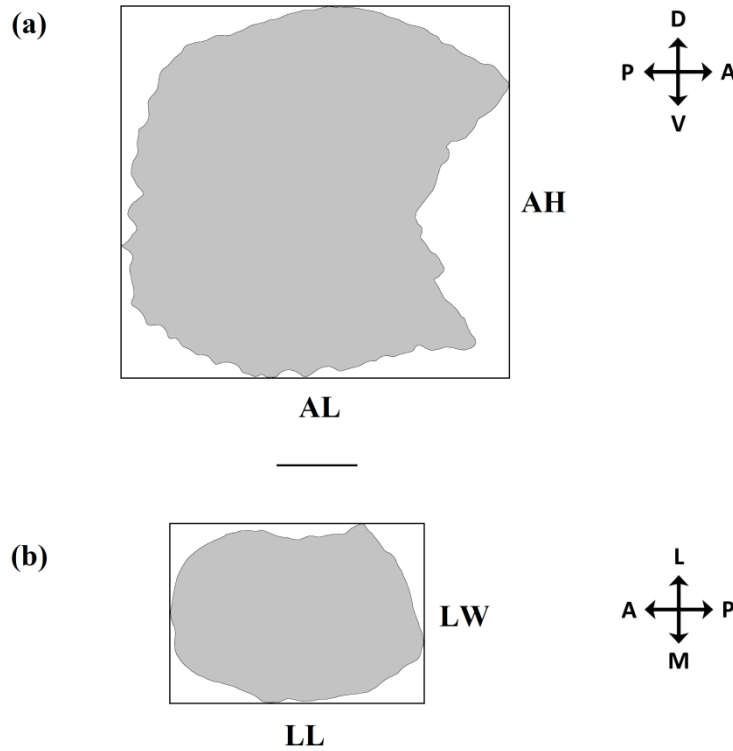
Cyprinidae familyasına ait olan gümüşü havuz balığı (*Carassius gibelio*), Orta-Doğu Avrupa'dan Sibirya'ya kadar yerli dağılım alanına sahiptir (Perdikaris vd., 2012). Hem lentik hem de lotik habitatlarda yaygın olarak bulunan ve yerli balık popülasyonlarının çoğuna üstünlük sağlayan *C.gibelio* türü, en zararlı istilacı olarak kabul edilmektedir (Liasko vd., 2011; Ruppert vd., 2017). Dünyadaki iç su sistemlerinin birçoğunda mevcut olmakla birlikte (Ağdamar, 2017), Türkiye'nin durgun ve akarsu sistemlerinin neredeyse tamamında yayılım göstermektedir (Yerli vd., 2014; Tarkan vd., 2015; Çiçek vd., 2022). Bu tür, yaşadıkları habitatteki diğer balıkların yumurtaları ile beslenerek diğer türlerin devamlılığını olumsuz yönde etkilemekte, ayrıca ortamdaki türler ile besin rekabetine girmektedir. Her türlü ekstrem ortam şartlarına uyum sağlayabildikleri için son yüzyılda dünyadaki en başarılı istilacı türlerden biri olarak ifade edilmektedir (Japoshvili vd., 2013; Fuad vd., 2021). Türkiye'de türün dağılımı, biyolojisi, genetik, morfometrik, stok ve üreme özellikleri ile ilgili çalışmalar mevcuttur (Yerli vd., 2014; Parmaksız ve Demir, 2022; Yılmaz vd., 2022; Akyol ve Manaşırılı, 2023). Otolitler kullanılarak çeşitli araştırmacılar tarafından gümüşü havuz balığının, Eğirdir ve Bafra Gölleri'nde yaşı (Bostancı vd., 2009), otolit biyometrisi-balık boyu arasındaki ilişkiler (Bostancı, 2009), lagenar otolit morfometrisi kullanılarak Samsun İli'ndeki dört popülasyon arasında karşılaştırmalar (Akbay vd., 2022), otolit morfolojisi (Pavlov, 2022), lentik ve lotik ortamlardaki morfolojik varyasyonları (Dürrani vd., 2023) araştırılmıştır.

Balıkların kafatasında; sagittal, utrikular ve lagenar keseler içerisinde sırası ile sagitta, lapillus ve asteriskus olmak üzere çiftler halinde "otolit" adı verilen yapılar mevcuttur (Secor, 1992). Otolitlerden elde edilen morfometrik ölçümler (otolit boyu, eni, yüksekliği, çevre ve alanı) ile balık boyu arasındaki ilişkilerden arkeolojik çalışmalarda faydalanılmaktadır. Bu ilişkiler, beslenme çalışmalarında predatörün midesinden elde edilen otolit ölçümlerinden yola çıkılarak balık boyunun tahmininde de kullanılmaktadır (Echeverria, 1987). Otolit ölçümleri, beslenme ekolojisinin yanı sıra balık boy ve ağırlığının tahmin edilmesinde de önemlidirler (Jawad vd., 2011). Bu çalışmada Samsun İli Engiz Çayı'ndan istilacı olan *Carassius gibelio* türünün otolit ölçümleri ile balık boyu arasındaki ilişkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Engiz Çayı havzası, Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz Bölümü'nde, Samsun ili sınırları içerisinde bulunmaktadır. Kocadağ mevkiinden doğarak Erikli ve Kösedik derelerinin birleşmesiyle oluşan Engiz Çayı, kuzeydoğu-güneybatı yönünde akmaktadır. Ondokuzmayıs ilçesinden Karadeniz'e dökülmektedir (İmamoğlu, 2012). Engiz Çayı'ndan 2022 yılında elde edilen *Carassius gibelio* bireyleri %70'lik alkol solüsyonu içerisinde Ondokuz Mayıs Üniversitesi İhtiyoloji Araştırma Laboratuvarı'na transfer edilmiştir. Balık örneklerinin total boyları ölçülmüş ($\pm 0,1$ cm) ve ağırlıkları ($\pm 0,001$ g) tartılmıştır. Gonadların makroskobik olarak incelenmesi ile eşeyleri tayin edilmiştir. Her bir balık örneğinden asteriskus ve lapilluslar sağ ve sol ayrımı yapılarak çiftler halinde çıkarılmıştır. Analizlerde sadece sağ otolitler değerlendirilmeye alınmıştır. Distile su ve alkolde temizlenen otolitler ependorf tüplerine aktarılmıştır. Görüntü analiz sistemi yardımıyla Leica S8APO marka binoküler mikroskopla bağlantılı olan Leica DFC295 dijital kamera ile fotoğraflanmışlardır ve her bir fotoğrafın pixel-

mm dönüşümü yapılarak, ImageJ programı (<https://imagej.nih.gov/ij/download.html>) yardımıyla asterikus boyu (AL), asterikus yüksekliği (AH), lapillus boyu (LL) ve lapillus genişliği (LW) ölçümleri ($\pm 0,001$ mm) alınmıştır (Görsel 1). Otolit ölçümleri ile balık boyu arasındaki ilişkiler power model ile belirlenmiştir (Zar, 1999). Tanımlayıcı istatistiklerin hesaplanmasında, ilişki grafiklerinin elde edilmesinde SPSS, Minitab ve Excel paket programları kullanılmıştır.



Görsel 1. Asterikus (a) ve lapillusa (b) ait ölçümler. AL: Asterikus Boyu, AH: Asteriskus Yüksekliği, LL: Lapillus Boyu, LW: lapillus genişliği, D: Dorsal, V:Ventral, A:Anterior, P:Posterior, L:Lateral, M:Mesial

3. BULGULAR

Engiz Çayı'ndan elde edilen *Carassius gibelio* bireylerinin (N=90 birey) total boyları 7,5-27,1 cm arasında ağırlıkları ise 6,32 ile 317,86 g arasında değişiklik göstermiştir. Balık boy ve ağırlıklarına, otolitlerden alınan otolit boy/yükseklik/genişlik verilerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Balık ölçüm, tartım ve otolit ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri (Ort:Ortalama, Min: Minimum, Mak: Maksimum, SS:Standart sapma, N:Birey sayısı)

Ölçüm	N	Ort±SS	Min-Mak

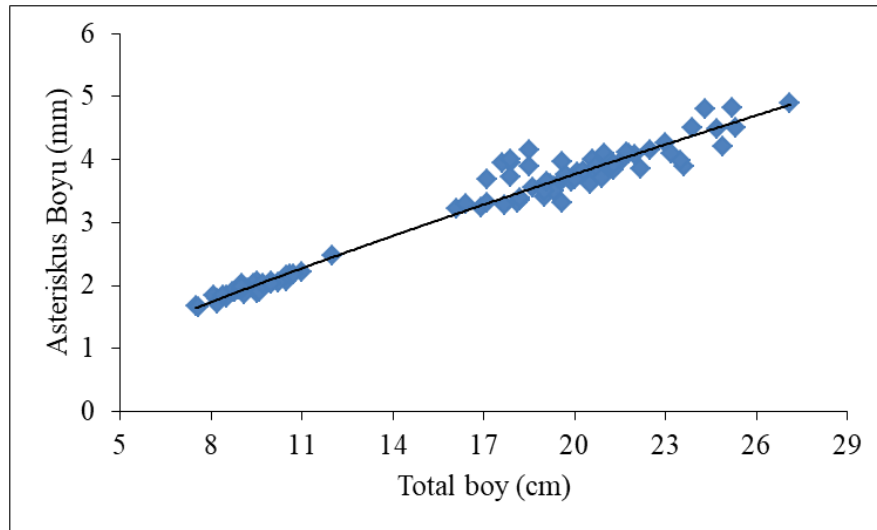
Balık boyu (cm)	90	16,73±5,65	7,5-27,1
Balık ağırlığı (g)	90	99,56±75,75	6,32-317,86
Asteriskus boyu (mm)	90	3,21±0,95	1,65-4,89
Asteriskus yüksekliği (mm)	90	3,22±0,96	1,60-4,75
Lapillus boyu (mm)	90	2,24±0,60	1,20-3,20
Lapillus genişliği (mm)	90	1,60±0,43	0,89-2,42

Asteriskus boyu, asteriskus yüksekliği, lapillus boyu, lapillus genişliği ile balık boyu arasındaki ilişkilerden elde edilen denklem parametreleri ve ilişkinin regresyon katsayı Çizelge 2’de sunulmuştur. İlişkilerin tümü istatistiki açıdan önemli olup ($P<0,001$), kuvvetli ilişkiler belirlenmiştir ($R^2>0,92$). Balık boyu ile en yüksek ilişki gösteren ölçüm asteriskus yüksekliği iken ($R^2=0,983$), aralarında en düşük ilişkiye sahip otolit ölçümü ise lapillus genişliğidir ($R^2=0,929$).

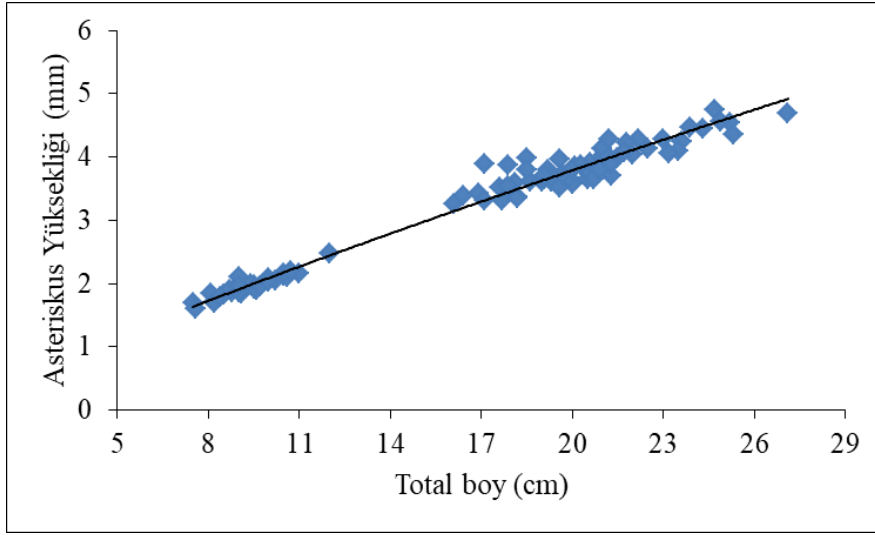
Çizelge 2. Otolit ölçümleri ve balık boyu arasındaki ilişki denklem parametreleri

İlişki	N	Regresyon Parametreleri		
		a	b	R^2
AL-TL	90	0,301	0,844	0,976
AH-TL	90	0,289	0,859	0,983
LL-TL	90	0,275	0,749	0,972
LW-TL	90	0,199	0,744	0,929

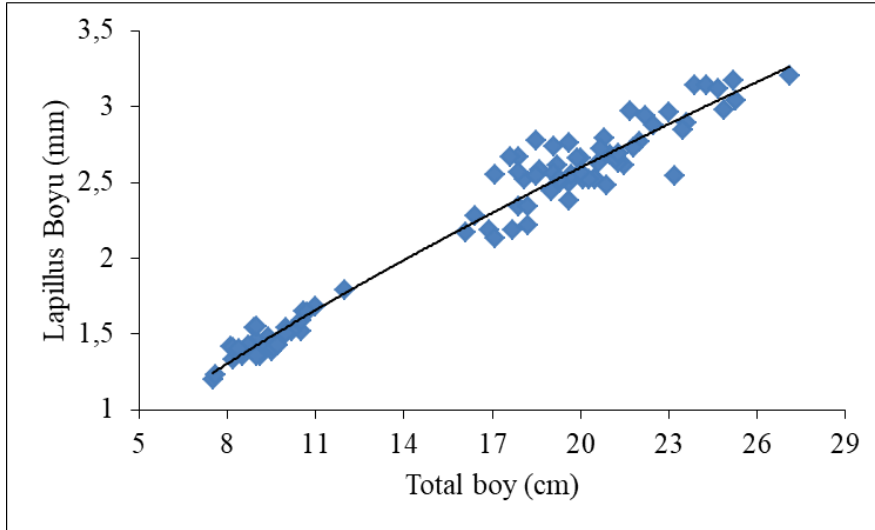
Asteriskus boyu-balık boyu, asteriskus yüksekliği-balık boyu, lapillus boyu-balık boyu ve lapillus genişliği-balık boyu arasındaki ilişki grafikleri Görsel 2-5’te sunulmuştur.



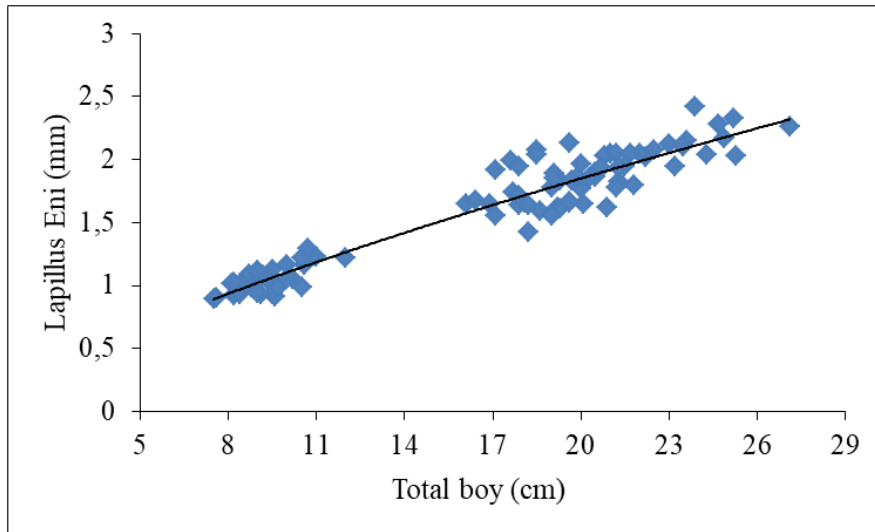
Görsel 2. Asteriskus boyu-balık boyu ilişkisi



Görsel 3. Asteriskus yüksekliği-balık boyu ilişkisi



Görsel 4. Lapillus boyu-balık boyu ilişkisi



Görsel 5. Lapillus eni-balık boyu ilişkisi

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Otolitlerin morfolojik özellikleri, sistematik, ekomorfolojik, balık anatomisi, ontogeni, biyoçeşitlilik, stok tespiti çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Biolé vd., 2019; Schulz-Mirbach vd., 2019; Şimşek vd., 2019; Nazir ve Khan, 2021; Yedier ve Bostanci, 2022; Geladakis vd., 2023). Otolit boyu/yüksekliği ve eni ile balık boyu arasındaki ilişkiler ve bu ilişkilerin önemliliği türler, hatta aynı türün farklı popülasyonları arasında da farklılık sergileyebilmektedir (Bostanci vd., 2017; Saygın vd., 2020; Yılmaz vd., 2022; Qiao vd., 2022). Otolit boyu ile balık boyu arasındaki ilişki, birçok çalışmada farklı türlerle çalışılmıştır (Özpiçak vd., 2018; Saunders vd., 2021; Bhuiya ve Siddique, 2022; Aufy vd., 2023). Bu çalışmada *Carassius gibelio* türünün otolit ölçümleri ile balık boyu arasındaki ilişkiler belirlenirken asteriskus ve lapilluslara ait otolit boyu/eni/yüksekliğinden faydalanılmıştır ve yüksek regresyon katsayısına sahip önemli ilişki denklemleri elde edilmiştir ($R^2 > 0,92$, $P < 0,001$). Bostancı vd. (2009), Eğirdir ve Bafra Gölleri'nden örnekledikleri *Carassius gibelio* türünün balık boyu ile otolit ölçümleri arasındaki ilişkileri incelerken otolitlerin boyu, eni/yüksekliği ve ağırlık verilerinden faydalanmıştır. Asteriskus boyu-balık boyu ($R^2 = 0,93$), asteriskus yüksekliği-balık boyu ($R^2 = 0,90$), lapillus boyu-balık boyu ($R^2 = 0,84$), lapillus eni-balık boyu ($R^2 = 0,81$) arasındaki ilişkilerin önemli olduğu ve bunlar arasında balık boyunun tahmininde en iyi parametrenin asteriskus boyu olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada, Engiz Çayı'ndaki *Carassius gibelio* türünün total boyunun tahmininde en güvenilir otolit ölçüm parametresi ise asteriskus yüksekliği olarak belirlenmiştir. Akbay vd (2022), Altınkaya Baraj Gölü, Bafra Balık Gölleri, Ladik Gölü ve Simenit Gölleri'ndeki *Carassius gibelio* türünün otolitlerinden asteriskusların morfometrik özelliklerini ele almışlardır ve farklılıkları şekil analizleri ile ortaya çıkarmışlardır. Pavlov (2022), *Carassius gibelio* ve *C. carassius* türlerinin otolit morfometrik özelliklerini inceleyerek *Carassius* cinsine ait iki türün otolit morfometrisini karşılaştırmışlardır. Lapillus ve asteriskuslarda morfolojik bakımdan belirgin bir şekilde farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Dürrani vd. (2023), gümüşü havuz balığının lentik ve lotik ortamlardaki morfolojik varyasyonlarını incelerken vücut ölçümleri, otolit ve pul şekillerinden yararlanmıştır. Habitatlar arasında farklılıkların olduğunu belirlemiştir.

Otolit boyu, yüksekliği/genişliği ile bu ölçümlerden elde edilen ilişkiler, balık morfolojisi ve taksonomisinde çoğu kez anahtar rol oynamaktadır (Lombarte vd., 2006). İstilacı olan gümüşü havuz balığının kontrol altında tutulabilmesi veya türün istilasası ile mücadele edilebilmesi konusunda balığın biyolojik özellikleri, stok çalışmaları, ekomorfoloji çalışmaları önem arz etmektedir. Bu çalışma sonucunda elde edilen verilerin gelecekteki bu araştırmalara destek olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Ağdamar, S., *Türkiye İç Sularında Dağılım Gösteren İstilacı Balıklardan Gümüşü Havuz Balığı (Carassius Gibelio Bloch, 1782) Popülasyonlarının Genetik Çeşitliliğinin Belirlenmesi*, Doktora Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 2017.

- [2] Akbay, R., Yilmaz, S., Ozpicak, M. Saygın, S., Özpiçak, M., Lagenar Otolith Morphometry of Gibel Carp, *Carassius gibelio* (Cyprinidae): Comparisons among Four Populations in Samsun Province (Turkey), Journal of Ichthyology, 62, 2022.
- [3] Akyol, B., Manaşırılı, M., Some Reproductive Properties of Prussian carp, *Carassius gibelio* Bloch, 1982, in Akyatan Lagoon, Adana, Türkiye, Acta Biologica Turcica, 36, 3, 8, 2023.
- [4] Aufy, L. A., Al-Jumaiee, S. A., Al-Atbee, I. A., Al-Mansy, K. A., The Relationship between Otolith Dimensions and Fish Body Size of *Nemipterus japonicus* (Bloch, 1791) in Iraqi marine water, Journal of Survey in Fisheries Sciences, 10, 3S, 2023.
- [5] Bhuiya, A., Siddique, M. A. M., Size Frequency, Length-weight relationships, Condition Factor and Relationships Between Fish Size And Otolith Dimensions in the Pama croaker *Otolithoides Pama* (Hamilton, 1822) from Lower Meghna River Estuary, Bangladesh. Lakes & Reservoirs: Research & Management, 27,3, e12418, 2022.
- [6] Biolé, F. G., Callicó Fortunato, R., Thompson, G. A., Volpedo, A. V., Application of Otolith Morphometry for the Study Of Ontogenetic Variations of *Odontesthes argentinensis*, Environmental Biology of Fishes, 102, 10, 2019.
- [7] Bostancı, D., Yedier, S., Konaş, S., Kurucu, G., Polat, N., Regional variation of relationship between total length and otolith sizes in the three *Atherina boyeri* Risso, 1810 populations, Turkey, Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 34, 1, 2017.
- [8] Bostancı, D., Otolith Biometry-Body Length Relationships in Four Fish Species (Chub, Pikeperch, Crucian carp, and Common Carp), Journal of Freshwater Ecology, 24, 4, 2009.
- [9] Bostancı, D., Polat, N., Yilmaz, S., Age determination and annulus formation of crucian carp (*Carassius gibelio*) inhabiting Egirdir Lake and Bafra Fish Lake, Turkey, 24, 2, 2009.
- [10] Çiçek, E., Eagderi, S., Sungur, S., A Review of the Alien Fishes of Turkish Inland Waters, Turkish Journal of Zoology, 46, 1, 2022.
- [11] Dürrani, Ö., Ateşşahin, T., Eroğlu, M., Düşükcan, M., Morphological variations of an invasive cyprinid fish (*Carassius gibelio*) in lentic and lotic environments inferred from the body, otolith, and scale shapes, Acta Zoologica, 104, 2023.
- [12] Echeverria, T. W., Relationship of Otolith Length to Total Length in Rockfishes from Northern and Central California, Fishery Bulletin, 85, 2, 1987.
- [13] Fuad, M. M. H., Vetešník, L., Šimková, A., Is gynogenetic reproduction in gibel carp (*Carassius gibelio*) a major trait responsible for invasiveness? Journal of Vertebrate Biology, 70, 4, 2021.
- [14] Geladakis, G., Batargias, C., Somarakis, S., Koumoundouros, G., Stock Discrimination of Gilthead Seabream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758) through the Examination of Otolith Morphology and Genetic Structure, Fishes, 8, 6, 2023.
- [15] İmamoğlu, Engiz Çayı Havzası'nın Jeomorfolojisi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Samsun, 2012.
- [16] Japoshvili, B., Mumladze, L., Küçük, F., Invasive *Carassius* Carp in Georgia: Current State of Knowledge and Future Perspectives, Current Zoology, 59, 6, 2013.

- [17] Jawad, L. A., Al-Mamry, J. M., Al-Mamari, H. M., Al-Yarubi, M. M., Al- Busaidi, H. K., Relationships between Fish Length and Otolith Length, Width and Weight of *Rhynchorhamphus georgi* (Valenciennes, 1846) (Family: Hemiramphidae) Collected from Oman Sea, Romanian Journal of Biology, 56, 2011.
- [18] Liasko, R., Koulis, A., Pogrebniak, A., Papiggioti, O., Taranenko, L., Leonardos, I., Influence of Environmental Parameters on Growth Pattern and Population Structure of *Carassius auratus gibelio* in Eastern Ukraine, Hydrobiologia, 658, 2011.
- [19] Lombarte, A., Chic, Ò., Parisibaradad, V., Olivellal, R., Piera, J., Garcíaladona, E., A web based environment from shape analysis of fish otoliths, The AFORO database, Scientia Marina, 70, 2006.
- [20] Mutlu, C., Eraslan Akkan, B., Verap, B. The heavy metal assessment of Harşit Stream (Giresun, Turkey) using multivariate statistical techniques. Fresenius Environmental Bulletin, 27(12B), 2018.
- [21] Nazir, A., Khan, M. A., Using Otoliths for Fish Stock Discrimination: Status and Challenges. Acta Ichthyologica et Piscatoria, 51, 2, 2021.
- [22] Özpiçak, M. Z., Saygın, S., Aydın, A., Hançer, E., Yılmaz, S., Polat, N., The Relationships Between Otolith Dimensions-Total Length of Chub (*Squalius cephalus*, L. 1758) Sampled from Some Inland Waters of the Middle Black Sea Region. Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research, 4, 1, 2018.
- [23] Parmaksız, A., Demir, A., Atatürk Baraj Gölü'nde (Türkiye) Yaşayan *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) türünün mtDNA COI ve cyt b Analizi, Turkish Journal of Bioscience and Collections, 6, 2, 2022.
- [24] Pavlov, D. A., Otolith Morphology in Gibel Carp *Carassius gibelio* and Crucian Carp *C. carassius* (Cyprinidae). Journal of Ichthyology, 62, 2022.
- [25] Perdikaris, C., Ergolavou, A., Gouva, E., Nathanailides, C., Chantzaropoulos, A., Paschos, I., *Carassius gibelio* in Greece: the Dominant Naturalised Invader of Freshwaters. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 22, 1, 2012.
- [26] Qiao, J., Zhu, R., Chen, K., Zhang, D., Yan, Y., He, D. Comparative otolith morphology of two morphs of *Schizopygopsis thermalis* Herzenstein 1891 (Pisces, Cyprinidae) in a headwater lake on the Qinghai-Tibet Plateau, Fishes, 7, 3, 2022.
- [27] Ruppert, J. L. W., Docherty, C., Neufeld, K., Hamilton, K., MacPherson, L., Poesch, M. S. Native Freshwater Species get out of the Way: Prussian carp (*Carassius gibelio*) Impacts both Fish and Benthic Invertebrate Communities in North America, Royal Society Open Science, 4, 170400, 2017.
- [28] Saunders, R. A., Lourenço, S., Vieira, R. P., Collins, M. A., Xavier, J. C., Length-Weight and Otolith Size to Standard Length Relationships in 12 species of Southern Ocean Myctophidae: A Tool for Predator Diet Studies. Journal of Applied Ichthyology, 37, 1, 2021.
- [29] Saygın, S., Özpiçak, M., Yılmaz, S., Polat, N. Otolith Shape Analysis and the Relationships Between Otolith Dimensions–Total Length of European Bitterling, *Rhodeus amarus* (Cyprinidae) Sampled from Samsun Province, Turkey. Journal of Ichthyology, 60, 2020.

- [30] Schulz-Mirbach, T., Ladich, F., Plath, M., & Heß, M., Enigmatic Ear Stones: What We Know About the Functional Role and Evolution of Fish Otoliths. *Biological Reviews*, 94, 2, 2019.
- [31] Secor D. H., Dean, J. M., Laban, E. H., Otolith Microstructure Examination and Analysis (First edition). Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 19-57, Canada, 1992.
- [32] Şimşek, C., Polat, N., Özpiçak, M., Saygın, S., Yılmaz, S. The relationships between otolith dimensions-total length and otolith features of European Perch (*Perca fluviatilis* L., 1758) sampled from Yedikır Dam Lake (Turkey). *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4, 3, 2019.
- [33] Tarkan, A. S., Marr, S. M., Ekmekçi, F. G. Non-native and translocated freshwater fish species in Turkey. *Fishes in Mediterranean Environments*, 3, 2015.
- [34] Yedier, S., Bostanci, D., Molecular and otolith shape analyses of *Scorpaena* spp. in the Turkish seas, *Turkish Journal of Zoology*, 46, 1, 2022.
- [35] Yerli, S. V., Mangıt, F., Emiroğlu, Ö., Yeğen, V., Uysal, R., Ünlü, E., Alp, A., Buhan, E., Yıldırım, T., Zengin, M., Distribution of invasive *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) (Teleostei: Cyprinidae) in Turkey, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14, 2, 2014.
- [36] Yılmaz, S., Akbay, R., Özpiçak, M., Saygın, S., Polat, N., Spatial variation in relationships of otolith measurements with body length of Prussian carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) collected from four lentic habitats in Samsun Province, Türkiye. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39, 4, 2022.
- [37] Zar, J. H., Biostatistical Analysis, Prentice-Hall, 663, New Jersey.

ARI POLENİNİN GIDA GÜVENLİĞİ TEHLİKELERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF BEE POLLEN FOR FOOD SAFETY HAZARDS

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Emin AYDEMİR

Harran Üniversitesi, aydemiremin23@harran.edu.tr- 0000-0002-5849-1741

Araş. Gör. Enes SEZER

Dicle Üniversitesi, enes.sezer@dicle.edu.tr, 0009-0006-2534-2535

ÖZET

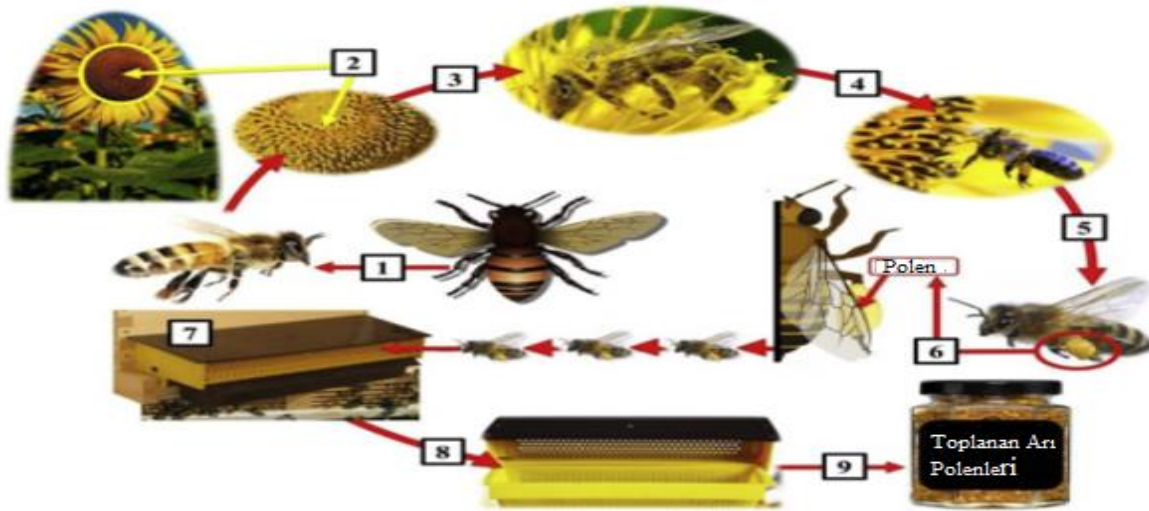
Arı poleni, bitki poleni ile bal arısı salgıları ve nektarın birleşiminden oluşmaktadır. Arı poleni proteinler, aminoasitler, lipitler, karbonhidratlar, mineraller, vitaminler ve polifenoller dahil olmak üzere bir çok biyoaktif bileşikler içermektedir. Arı poleni içermiş olduğu çeşitli besin maddeleri ve biyoaktif maddelerden dolayı sağlık üzerinde birçok yaralı etkisi mevcuttur. Bu yüzden son zamanlarda tüketiciler arasında popüler hale gelen doğal bir gıda olmuştur. Ancak arı poleninin gıda güvenliği tehlikeleri göz ardı edilmiş ve üzerinde çok araştırma yapılmamıştır. Şimdiye kadar birkaç ülke arı poleninin kalitesi ve güvenliğine ilişkin gereklilikleri belirlemiştir. Bu çalışmanın amacı da arı poleninin gıda güvenliği riskleri üzerinde durularak, bu konuya ilişkin son bulguları ortaya koymak ve arı poleninde tespit edilen toksik maddelerin konsantrasyonuna ilişkin veriler özetlemektir. Bu amaçla arı poleninin gıda güvenliğini tehlikeye koyacak ağır metaller ve metaloidler, küfler ve mikotoksinler, pirolizidin alkaloidler, pestisitler ve allerjenler açısından risk değerlendirilmesi yapıldı. Yapılan araştırmalar sonucunda polende yaygın olarak bulunan pestisitlerin insan sağlığı açısından risk oluşturmadığını göstermektedir. Öte yandan arı poleninin metaller, metaloidler ve mikotoksin açısından tüketiciler için potansiyel bir risk teşkil ettiği görülmüştür. Bazı bitki türleri aşırı derecede büyük miktarlarda hepatotoksik pirolizidin alkaloidleri içerdiğinden dolayı, insan tüketimine sunulan arı polenlerinin bu açıdan da değerlendirilmesi gerektiği kanısına varıldı. Sonuç olarak arı poleninde gıda güvenliği tehlikesi oluşturacak maddelerin belirlenmesi için daha çok araştırmalar yapılmalıdır. Arı polenindeki tehlikeler tespit edilerek bunlar için maksimum limit belirlenmeli ve yasal sınırlamalar getirilerek düzenli bir şekilde izlenmesi gerekmektedir. Böylece arı polenleri tüketicilere daha sağlıklı ve güvenli bir şekilde ulaştırılmış olunacaktır.

Anahtar Kelimeler: Arı, polen, gıda güvenliği, tehlike

1. GİRİŞ

Arı poleni, bitki poleni ile bal arısı salgıları ve nektarın birleşimidir. Farklı türlere ait çiçek polenlerinin bir karışımı, nektar tarafından aglutine edilmesi ve bal arısı tükürük bezlerinden salgılanan enzimleri (örneğin amilaz, katalaz) ile granül haline getirilmesi sonucu arı poleni olarak kabul edilen polen yükleri oluşur (Khalifa ve ark., 2021). Arı poleni proteinler, amino asitler, lipitler, karbonhidratlar, mineraller, vitaminler ve polifenoller dahil olmak üzere biyoaktif bileşikler içerir. Yunanistan, Çin ve Mısır olmak üzere eski toplumlar arı ürünleri tıpta yaygın olarak kullanılmaktadır. Eski Mısırlılar poleni “hayat veren bir toz” olarak tasvir etmektedirler. Polen önemli sağlık ve tıbbi özelliklere sahip aktif bileşenleri nedeniyle beslenmede altın madeni olarak kabul edilmektedir. Arı poleninin bileşimi biyocoğrafik kökene, ekolojik habitatlara ve hatta mevsime bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle arı poleninin kimyasal bileşikler minimum ve maksimum değerler arasında büyük farklılıklar göstermektedir (Thakur ve Nanda, 2021).

Polen, kapalı tohumlularda bulunan mikroskobik yapıdır. Polen taneleri, arının tükürük salgıları ve nektarla nemlendirilerek, 1,4-4 mm boyutunda bir topak oluşturmak üzere arının arka bacaklarındaki tarak ve kıl kullanılarak aglutine edilir (Görsel 1). (Clarke ve ark. 2017). Arı poleni topaklarının ortalama ağırlığı yaklaşık 7,5-8 mg dır. Arılar, poleni polen sepetini kullanarak peletler halinde taşırlar (Görsel 1). Arılar bu polenleri protein gereksinimlerini karşılamak ve besin bezlerinde jöleyi sentezlemek için daha fazla tüketmek üzere alveollerin içinde depolamaktadırlar. Arı kolonisi günde 50-250 g veya yılda 15-40 kg polen toplayabildiği bildirilmektedir (Komosinska-Vassev ve diğerleri, 2015).

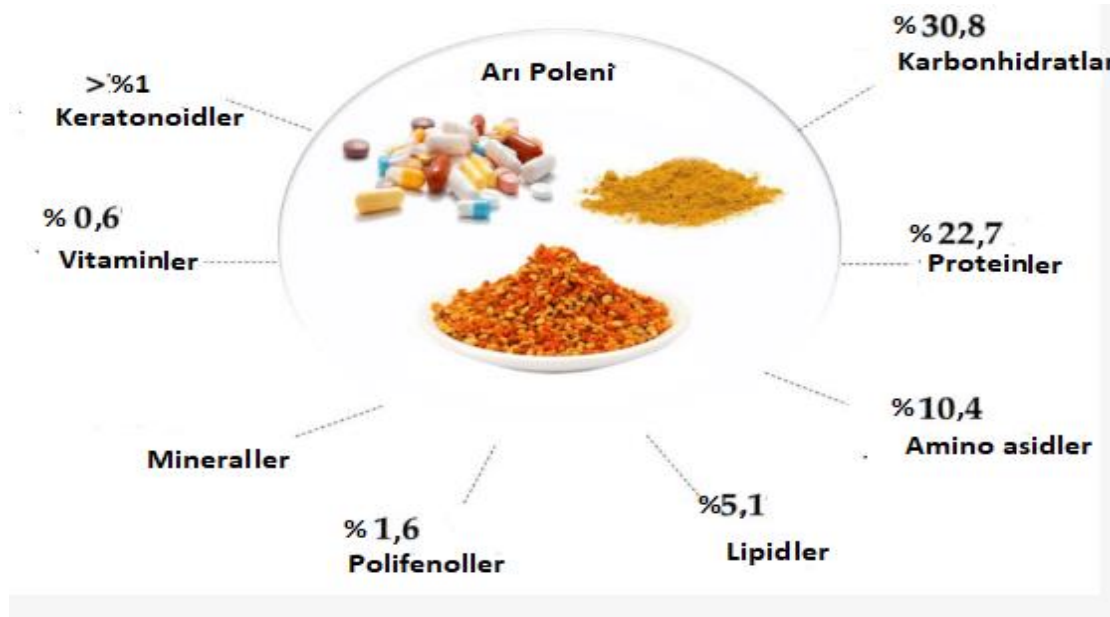


Görsel 1. Arı poleninin bal arıları tarafından toplanma süreci (Thakur ve Nanda 2020).

[1] Bal arısı, [2] Polenli çiçek, [3] Mikroskobik polenlerle kaplı bal arısı, [4] Arka ayaklarında polen topağı taşıyan bal arısı, [5] Polen topağı taşımaya hazır bal arısı, [6] Arka ayakları polen topağı, [7] Kovan girişinde polen tuzağı, [8] Arı poleni toplamak için tuzak tepsisi ve [9] Toplanan arı poleni.

Polen kalitesi rengine bakılarak değerlendirilebilir. Polende doğal olarak farklı konsantrasyonlarda karotenoidler ve antosiyaninler gibi bitki pigmentleriyle bağlantılı olan rengine göre kabaca değerlendirilebilir. Arı poleni beyazdan siyaha kadar tüm renk tonlarını içermektedir. Poleninin doğal parlaklığı, bir polen topağı oluşturmak için nemin, özellikle de nektarın eklenmesi nedeniyle azalır. Aynı bitki kaynağından toplanan polenler farklı renkte olabilmekte, bazen de çeşitli botanik kökenli arı polenleri benzer renkte olabilmektedir (Sattler ve ark., 2015).

Arı polenin ana bileşenlerini proteinler, esansiyel amino asitler ve indirgen şekerler, lipitler, nükleik asitler ve ham lif oluşturmaktadır (Görsel 2) (Bogdanov ve ark., 2008). İkincil bileşenlerini, mineraller (K, Na Ca, Mg, Fe, Zn, Cu) vitaminler (provitamin A (β -karoten), E vitamini (tokoferol), niasin, tiamin, biyotin ve folik asittir) enzimler veya ko-enzimler oluşturmaktadır (Almeida-Muradian ve ark., 2005). Arı poleni doymamış/doymuş yağ asitlerini (%1-10; linoleik, γ -linoleik ve arkaik), fosfolipitleri (%1,5), fitosteroller, yani β -sitosterol, P-sitosterol (%1,1) ve terpenleri içermektedir. Ayrıca polifenoller (%3-8 kuru ağırlık) içermektedir. Flavonoidlerden en çok kateşinler, kaempferol, quercetin ve isorhamnetin içermektedir. Arı poleni aynı zamanda organik karotenoid pigmentler (yani likopen, zeaksantin) açısından da zengindir (Denisow ve Denisow-Pietrzyk, 2016).



Görsel 2. Arı polenin bileşimi (Khalifa ve ark., 2021).

Arı poleninde bulunan çeşitli birincil ve ikincil metabolitlerden dolayı çok çeşitli ve biyoaktivite özellik sergilemektedir. Özellikle antioksidan, antiinflamatuvar, antikarsinojenik, antibakteriyel, antifungisidal hepatoprotektif, ve anti-aterosklerotik aktiviteleri sayesinde immün sistem fonksiyonlarını değiştirme veya düzenleme yeteneği göstermektedir. Arı poleni başta metabolik bozukluklar olmak üzere birçok kronik

hastalığın önlenmesine ve tedavi edilmesinde etkili olduğu, özellikle diyabet, obezite, hiperdislipidemi ve kalp komplikasyonları dejeneratif patolojilerde (Artrit, Alzheimer, Huntington ve Parkinson hastalığı) gibi çeşitli rahatsızlıklarda önleyici bir rol aldığı bildirilmektedir (Mărgăoan ve ark., 2019).

Arı polenin zengin bileşeninden dolayı ve sağlık üzerindeki birçok yararlı etkisinden dolayı son zamanlarda yaygın kullanılsa da, arı polenin gıda güvenliği tehlikeleri göz ardı edilmiş ve üzerinde çok araştırma yapılmamıştır. Polonya, Bulgaristan, İsviçre, Brezilya ve Arjantin gibi yalnızca birkaç ülkede arı poleni ile ilgili mevzuat bulunmaktadır (Thakur ve Nanda, 2020). Düzenlemelerin bulunmaması, yetersiz olması nedeniyle arı polenleri, gıda güvenliği açısından endişeleri arttırmaktadır. Uluslararası yayınlara göre arı poleni ile ilişkili en önemli gıda güvenliği riskleri pestisitler, ağır metaller ve metaloidler, küfler ve mikotoksinler, pirolizidin alkaloidleri, alerjen proteinlerdir (Thakur ve Nanda, 2020).

2. Arı Poleninin Gıda Güvenliği Risklerini Gösteren Tehlikeler

2.1. Pestisit ilaç kalıntıları

Pestisitler dünya nüfusunun gıda tedarikinin kesintisiz devam edilebilmesi için bitkisel ürünlerde kullanımı gerekli olduğunu, bu nedenle kalıntıların genellikle bitkisel gıdalarda mevcuttur. 2018/848/AB yönetmeliğine göre arı kovanlarının pestisit içermeyen nektar ve polen kaynaklarının bulunabilirliğini sağlayan alanlara (en az üç km'lik bir mesafe uzaklıkta) yerleştirilmesi gerekiyor (Yönetmelik 2018/848/AB). Ancak bal arıları 10 km'ye kadar mesafelerde yiyecek arama yeteneğine sahip olduğundan arı poleninde pestisit kalıntısı bulunma riski mevcuttur. Avrupa Birliği'nin Pestisitler veritabanında bal için Maksimum Kalıntı Seviyesi (MRL) değerleri belirlenmesine (0,01 ila 1 mg/kg) rağmen arı poleni için hiçbir MRL geçerli değildir (EU Pesticides Database, 2021). Bugüne kadar birçok araştırmacı çeşitli polen örneklerinin pestisit kalıntı içeriğini araştırmışlardır (Roszko ve ark., 2016; Nai, ve ark., 2017; Muli ve ark., 2018; Calatayud-Vernich ve ark., 2018; Tosi ve ark., 2018; Friedle ve ark., 2018; Fulton ve ark., 2019; Chaimanee ve ark., 2019). Çalışmalara göre polen örneklerinde en çok tespit edilen pestisit bileşikler chlorpyrifos, fluvalinate, carbendazim, thiacloprid dir. Tespit edilen pestisit bileşiklerinin çeşitli olduğu, konsantrasyonlarının farklı olduğu görülmüştür. Yapılan araştırmalar sonucunda pestisit kalıntı içeriğinin, polenin botanik kökeni, bitkilere pestisitlerin uygulama yöntemi ve zamanı, pestisitlerin kullanma dozları gibi faktörden etkilendiği kanısına varılmıştır. Dolayısıyla arı polenlerinin pestisit kalıntıları açısından riskli olduğu ve göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Tüm ülkelerde arı poleninde pestisit kalıntısı için yasal sınırlamalar getirilmelidir.

2.2. Ağır metaller ve metaloidler

Çevre kirliliğinin artması ile birlikte toprakta, suda ve havada giderek daha fazla ağır metal birikiyor. En önemli ağır metaller olan kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) ve cıva (Hg) ve arsenik (As) belirli formları da çok düşük konsantrasyonlarda bile toksik olabilmektedirler. Ağır metallerin insan vücudunda birikmesi çok ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir (Mishra ve ark., 2019). Arıların ve arıcılık ürünlerinin belirli bir alandaki ağır metal kirliliğinin biyolojik göstergeleri olarak kullanıldığı bilinmektedir (Bargańska ve ark. 2016). Dolayısıyla çevre ağır

metaller açısından kirli ise arı ürünlerine de geçebilmekte ve arı ürünlerinde önemli bir gıda güvenliği sorunu oluşturmaktadır. Değişik ülkelerde yapılan çalışmalarda arı polenlerinin ağır metaller ile kontamine olduğu ve arı polenlerinin ağır metaller açısından risk teşkil edebileceği bildirilmektedir (de Oliveira ve ark., 2017; Nascimento ve ark., 2018; Aldgini ve ark., 2019; Murashova ve ark., 2020; Belina-Aldemita ve ark., 2020). Dolayısıyla arı polenlerinin ağır metal kalıntıları açısından riskli olduğu ve göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

2.3. Küfler ve mikotoksinler

Mikotoksinler, filamentli mantarlar tarafından üretilen ikincil metabolitlerdir. Çoğunlukla bitkisel kaynaklı gıdalarda bulunmasına rağmen kontamine hayvansal ürünlerde de tespit edilebilmektedir. Mikotoksin üreten küflerin gıdalarda büyümesi için uygun sıcaklık, nem, oksijen, gibi bir dizi faktörden etkilenmektedir (Alarcón ve ark., 2019). Dolayısıyla gıdada küf olsa bile toksin üretmeyebilmektedir. Şimdiye kadar 300'den fazla mikotoksin tespit edilmiştir, ancak gıda ve hayvan yemlerde sıklıkla aflatoksinler (AFL), okratoksinler (OTA), fumonisinler (FUM), patulin, zearalenon (ZEA) ve deoksinivalenol (DON) ve T-2 toksini (T-2) içeren trikotesenler görülmektedir (Alshannaq, ve ark., 2017). Mikotoksinler sağlık üzerinde ciddi etkileri olduğundan gıda güvenliği açısından önem arz etmektedir. Arı poleni de, iklim koşullarının, işleme yöntemlerinin ve insan hijyeninin önemli rol oynadığı aflatoksinlerle kolaylıkla kirlenebilmektedir. Yapılan çalışmalarda arı poleninde mikotoksinleri tespit ettiklerini ve arı polenlerinin mikotoksinler açısından risk teşkil edebileceği bildirilmektedir (Sinkevičienė ve ark., 2019; Kostić ve ark., 2019; Nuvoloni ve ark., 2021; Carrera ve ark., 2023). Arı poleninden çeşitli küf türleri izole edilmiştir ancak *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium* ve *Penicillium* en yaygın olan küfler olduğu bildirilmektedir (Kostić ve ark., 2019). Dolayısıyla arı polenlerinin küfler ve mikotoksinler açısından riskli olduğu ve göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

2.4. Alerjenler

Alerji, bağışıklık sisteminin belirli maddelere karşı çeşitli klinik semptomlarla kendini gösteren spesifik bir reaksiyonudur. Son zamanlarda alerjik sorunlar sürekli artmaktadır. Bitki ve polenleri de alerjik reaksiyonlara yol açabilmektedir. Arı poleninin gram başına 400,000-6,400,000 polen tanesi içerdiğini ve bu durumun ciddi alerjik yan etkilere, hatta anafilaksiye neden olabileceği bildirilmektedir (Nonotte-Varly, 2016). Son zamanlarda arı poleninin alerjik reaksiyonlara sebep olduğu birçok vakanın olduğu ve vakalarda en sık görülen semptomlar ise ağız ve dilin şişmesi, yutma güçlüğü, boğaz ağrısı, kaşıntı, kızarıklık, mide-bağırsak semptomları ve genel halsizlik olduğu belirtilmektedir (Kanneppady ve ark., 2018; McNamara ve ark., 2019; Leang ve ark., 2022). Dolayısıyla arı polenlerinin alerjenler açısından riskli olduğu ve göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

2.5. Pirolizidin alkaloidleri

Pirolizidin alkaloidleri (PA); Bazı bitkilerin otçullara karşı korunmasını sağlayan savunma mekanizmasının bir parçası olan ikincil metabolitlerdir. Bugüne kadar bitkilerde 660'tan fazla PA bileşiği tespit edilmiştir. Bir bitkinin PA içeriği botanik ve coğrafi kökenden, büyüme aşamasından ve çevresel faktörlerden etkilenir. PA metabolitlerinin toksisitesi, kimyasal

yapısına göre değişiklik göstermektedir (Mädge ve ark., 2020). PA toksisitenin ana hedef organı karaciğer. Bunun yanında kanserojen, genotoksik, teratojenik ve nörotoksik etkileride mevcuttur. İnsanlar PA'lara çoğunlukla geleneksel tıp bitkisel çaylar, bitkisel infüzyon, bal, besin takviyeleri ve baharatlar gibi PA üreten bitkilerle kontamine olmuş gıdalar yoluyla maruz kalmaktadır. Arılar çok çeşitli kır çiçeklerinden polen ve nektar topladıkları için PA toksinleri arıcılık ürünlerinde birikebilir (Moreira ve ark., 2020). Balların PA içeriği kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır ancak polenlerde yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Yapılan çalışmalarda arı polenlerinde PA tespit ettiklerini ve polenin PA içeriğinin botanik bileşimine bağlı değiştiği, genel olarak polenlerin PA içeriği bal, arı sütü ve propolis örneklerine göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Kempf ve ark., 2010; Kast ve ark., 2019; Picron ve ark., 2020; Inacio ve ark., 2020).

3. SONUÇ

Arı polenin gıda güvenliği açısından risk oluşturan maddeler pestisitler, ağır metaller ve metaloidler, mikotoksinler, pirolizidin alkaloidleri ve alerjenlerdir. Yapılan araştırmalar sonucunda polende yaygın olarak pestisit kalıntısının olabileceği ancak tespit edilen bileşikler ve miktarlar insan sağlığı açısından risk oluşturmadağı vurgulanmaktadır. Öte yandan arı polenin metaller, metaloidler ve mikotoksin açısından tüketiciler için potansiyel bir risk teşkil ettiği görülmüştür. Arı poleni ile ilgili gıda güvenliği riskleri konusunda yapılan bilimsel araştırmaların sayısı son yirmi yılda sürekli olarak artmaktadır, ancak bazı alanlarda bilgiler henüz yetersiz olduğu görülmektedir. Sonuç olarak arı poleninde gıda güvenliği tehlikesi oluşturacak maddelerin belirlenmesi için daha çok araştırmalar yapılmalıdır. Arı polenindeki tehlikeler tespit edilerek bunlar için maksimum limit belirlenmeli ve yasal sınırlamalar getirilerek düzenli bir şekilde izlenmesi gerekmektedir. Böylece arı polenleri tüketicilere daha sağlıklı ve güvenli bir şekilde ulaştırılmış olunacaktır.

KAYNAKÇA

- Alarcón, D. C. M., Cáceres, E. X. U., and Becerra, A. M. A. (2019). Mycotoxins in foods that cause damage to humans. *Journal of Applied Biotechnology & Bioengineering*, 6, 259-263.
- Aldgini, H. M., Al-Abbadi, A. A., Abu-Nameh, E. S., and Alghazeer, R. O. (2019). Determination of metals as bio indicators in some selected bee pollen samples from Jordan. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(7), 1418-1422.
- Almeida-Muradian, L. B. D., Pamplona, L. C., Coimbra, S., and Barth, O. M. (2005). Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18(1), 105-111.
- Alshannaq, A., and Yu, J. H. (2017). Occurrence, toxicity, and analysis of major mycotoxins in food. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(6), 632.
- Bargańska, Ż., Ślebioda, M., and Namieśnik, J. (2016). Honey bees and their products: Bioindicators of environmental contamination. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 46(3), 235-248.

- Belina-Aldemita, M. D., Fraberger, V., Schreiner, M., Domig, K. J., and D'Amico, S. (2020). Safety aspects of stingless bee pot-pollen from the Philippines. *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment*, 71(2), 87-100.
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., and Gallmann, P. (2008). Honey for nutrition and health: a review. *Journal of the American college of Nutrition*, 27(6), 677-689.
- Bohle, B. (2007). The impact of pollen-related food allergens on pollen allergy. *Allergy*, 62(1), 3-10.
- Calatayud-Vernich, P., Calatayud, F., Simó, E., and Picó, Y. (2018). Pesticide residues in honey bees, pollen and beeswax: Assessing beehive exposure. *Environmental Pollution*, 241, 106-114.
- Carrera, M. A., Miguel, E., Fernández-Alba, A. R., and Hernando, M. D. (2023). First survey on the presence of mycotoxins in commercial bee pollen sourced from 28 countries. *Food Control*, 152, 109816.
- Chaimanee, V., Chantawannakul, P., Khongphinitbunjong, K., Kamyo, T., and Pettis, J. S. (2019). Comparative pesticide exposure to *Apis mellifera* via honey bee-collected pollen in agricultural and non-agricultural areas of Northern Thailand. *Journal of Apicultural Research*, 58(5), 720-729.
- Clarke, D., Morley, E., and Robert, D. (2017). The bee, the flower, and the electric field: electric ecology and aerial electroreception. *Journal of Comparative Physiology A*, 203, 737-748.
- de Oliveira, F. A., de Abreu, A. T., de Oliveira Nascimento, N., Froes-Silva, R. E. S., Antonini, Y., Nalini Jr, H. A., and de Lena, J. C. (2017). Evaluation of matrix effect on the determination of rare earth elements and As, Bi, Cd, Pb, Se and In in honey and pollen of native Brazilian bees (*Tetragonisca angustula*–Jataí) by Q-ICP-MS. *Talanta*, 162, 488-494.
- Denisow, B., and Denisow-Pietrzyk, M. (2016). Biological and therapeutic properties of bee pollen: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(13), 4303-4309.
- EU Pesticides Database (2021). <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.selection&language=EN/>
- Friedle, C., Wallner, K., Rosenkranz, P., Martens, D., and Vetter, W. (2021). Pesticide residues in daily bee pollen samples (April–July) from an intensive agricultural region in Southern Germany. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 22789-22803.
- Fulton, C. A., Hartz, K. E. H., Fell, R. D., Brewster, C. C., Reeve, J. D., and Lydy, M. J. (2019). An assessment of pesticide exposures and land use of honey bees in Virginia. *Chemosphere*, 222, 489-493.

- Inacio, L. D. J., Merlanti, R., Lucatello, L., Bisutti, V., Contiero, B., Serva, L., and Capolongo, F. (2020). Pyrrolizidine alkaloids in bee pollen identified by LC-MS/MS analysis and colour parameters using multivariate class modeling. *Heliyon*, 6(3).
- Kanneppady, S. K., Kanneppady, S. S., Chaubal, T., and Bapat, R. (2018). Immediate hypersensitivity to bee pollen granules. *QJM: An International Journal of Medicine*, 111(10), 753-754.
- Kast, C., Kilchenmann, V., Reinhard, H., Bieri, K., and Zoller, O. (2019). Pyrrolizidine alkaloids: The botanical origin of pollen collected during the flowering period of *Echium vulgare* and the stability of pyrrolizidine alkaloids in bee bread. *Molecules*, 24(12), 2214.
- Kempf, M., Heil, S., Haßlauer, I., Schmidt, L., von der Ohe, K., Theuring, C., and Beuerle, T. (2010). Pyrrolizidine alkaloids in pollen and pollen products. *Molecular nutrition & food research*, 54(2), 292-300.
- Khalifa, S. A., Elashal, M. H., Yosri, N., Du, M., Musharraf, S. G., Nahar, L., and El-Seedi, H. R. (2021). Bee pollen: Current status and therapeutic potential. *Nutrients*, 13(6), 1876.
- Komosinska-Vassev, K., Olczyk, P., Kaźmierczak, J., Mencner, L., and Olczyk, K. (2015). Bee pollen: chemical composition and therapeutic application. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015.
- Kostić, A. Ž., Milinčić, D. D., Petrović, T. S., Krnjaja, V. S., Stanojević, S. P., Barać, M. B., and Pešić, M. B. (2019). Mycotoxins and mycotoxin producing fungi in pollen. *Toxins*, 11(2), 64.
- Leang, Z. X., Thalayasingam, M., and O'Sullivan, M. (2022). A paediatric case of exercise-augmented anaphylaxis following bee pollen ingestion in Western Australia. *Asia Pacific Allergy*, 12(3), e23.
- Mädge, I., Gehling, M., Schöne, C., Winterhalter, P., and These, A. (2020). Pyrrolizidine alkaloid profiling of four Boraginaceae species from Northern Germany and implications for the analytical scope proposed for monitoring of maximum levels. *Food additives & contaminants: part a*, 37(8), 1339-1358.
- Mărgăoan, R., Stranț, M., Varadi, A., Topal, E., Yücel, B., Cornea-Cipcigan, M., and Vodnar, D. C. (2019). Bee collected pollen and bee bread: Bioactive constituents and health benefits. *Antioxidants*, 8(12), 568.
- McNamara, K. B., and Pien, L. (2019). Exercise-induced anaphylaxis associated with the use of bee pollen. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 122(1), 118-119.
- Mishra, S., Bharagava, R. N., More, N., Yadav, A., Zainith, S., Mani, S., and Chowdhary, P. (2019). Heavy metal contamination: an alarming threat to environment and human health. *Environmental Biotechnology: For Sustainable Future*, 103-125.

- Moreira, R., Pereira, D. M., Valentão, P., and Andrade, P. B. (2018). Pyrrolizidine alkaloids: chemistry, pharmacology, toxicology and food safety. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(6), 1668.
- Muli, E., Kilonzo, J., Dogley, N., Monthy, G., Kurgat, J., Irungu, J., and Raina, S. (2018). Detection of pesticide residues in selected bee products of honeybees (*Apis mellifera* L.) colonies in a preliminary study from Seychelles archipelago. *Bulletin of Environmental Contamination And Toxicology*, 101, 451-457.
- Murashova, E. A., Tunikov, G. M., Nefedova, S. A., Karelina, O. A., Byshova, N. G., and Serebryakova, O. V. (2020). Major factors determining accumulation of toxic elements by bees and honey products. *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies*, 11(3), 11A03N.
- Nai, Y. S., Chen, T. Y., Chen, Y. C., Chen, C. T., Chen, B. Y., and Chen, Y. W. (2017). Revealing pesticide residues under high pesticide stress in Taiwan's agricultural environment probed by fresh honey bee (Hymenoptera: Apidae) Pollen. *Journal of Economic Entomology*, 110(5), 1947-1958.
- Nascimento, N. D. O., Nalini Júnior, H. A., Oliveira, F. A. D., Abreu, A. T. D., and Antonini, Y. (2018). Pollen storage by stingless bees as an environmental marker for metal contamination: spatial and temporal distribution of metal elements.
- Nonotte-Varly, C. (2016). Why not evaluate the allergenic potential of bee pollen with a skin testing method?. *Alergologia Polska-Polish Journal of Allergology*, 3(3), 114-122.
- Nuvoloni, R., Meucci, V., Turchi, B., Sagona, S., Fratini, F., Felicioli, A., and Pedonese, F. (2021). Bee-pollen retailed in Tuscany (Italy): Labelling, palynological, microbiological, and mycotoxicological profile. *LWT*, 140, 110712.
- Picron, J. F., Herman, M., Van Hoeck, E., and Goscinny, S. (2020). Monitoring of pyrrolizidine alkaloids in beehive products and derivatives on the Belgian market. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(6), 5693-5708.
- Regulation (EU) 2018/848 The European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products and repealing Council Regulation (EC) No 834/2007. Official Journal, 150, 1-92.
- Roszkó, M. Ł., Kamińska, M., Szymczyk, K., and Jędrzejczak, R. (2016). Levels of selected persistent organic pollutants (PCB, PBDE) and pesticides in honey bee pollen sampled in Poland. *PLoS One*, 11(12), e0167487.
- Sattler, J. A. G., de Melo, I. L. P., Granato, D., Araújo, E., de Freitas, A. D. S., Barth, O. M., and de Almeida-Muradian, L. B. (2015). Impact of origin on bioactive compounds and nutritional composition of bee pollen from southern Brazil: A screening study. *Food Research International*, 77, 82-91.

- Sinkevičienė, J., Marcinkevičienė, A., Baliukonienė, V., and Jovaišienė, J. (2019, November). Fungi and mycotoxins in fresh bee pollen. In *Proceedings of the International Scientific Conference "Rural Development"* (pp. 69-72).
- Thakur, M., and Nanda, V. (2020). Composition and functionality of bee pollen: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 98, 82-106.
- Tosi, S., Costa, C., Vesco, U., Quaglia, G., and Guido, G. (2018). A 3-year survey of Italian honey bee-collected pollen reveals widespread contamination by agricultural pesticides. *Science of the total environment*, 615, 208-218.

TUJ KOYUNLARINA KISA VEYA UZUN SÜRELİ PROGESTERON TAŞIYAN SÜNGER UYGULAMASININ MALONDİALDEHİT VE GLUTATYON ÜZERİNE ETKİSİ

EFFECTS OF SHORT OR LONG-TERM PROGESTERONE-CONTAINING SPONGE
TREATMENTS ON MALONDIALDEHYDE AND GLUTATHIONE IN TUJ EWES

Mushap KURU

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı, Kars
mushapkuru@hotmail.com, 04742426807/5218
ORCID NO: 0000-0003-4409-251X

Mustafa MAKAV

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Kars
mustafamakav@gmail.com, 04742426807/5165
ORCID NO: 0000-0003-1879-8180

Özet

Bu çalışmada, üreme sezonu dışındaki Tuj koyunlarında progesteron içeren intravaginal süngerlerin kısa veya uzun süreli uygulamalarının malondialdehit (MDA) ve glutatyon (GSH) düzeyleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma kapsamında, 3-4 yaşlarındaki 21 Tuj koyunu kullanıldı. Grup I'de (n=7, Kısa süreli, 7 gün) progesteron içeren süngerler 7 gün boyunca vaginaya yerleştirilmiş ve ardından 600 IU kısrak koryonik gonadotropin (eCG) enjeksiyonu yapılarak süngerler çıkarılmıştır. Grup II'de (n=7, Uzun süreli, 14 gün) ise progesteron içeren süngerler 14 gün boyunca kullanılmış, ardından 12. gün eCG enjeksiyonu yapılarak süngerler çıkarılmıştır. Grup III (n=7, Kontrol) ise herhangi bir uygulama yapılmamış ve diğer gruplarla aynı anda koç katımına tabi tutulmuştur. Çalışmada koyunlardan kontrol grubunda da aynı zaman diliminde olacak şekilde sünger çıkarılma günü vena jugularis'ten kan alındı. Oksidan durumu değerlendirmek için MDA, antioksidan durumu belirlemek için ise indirgenmiş GSH analizi yapıldı. İstatistiksel analizlerde GraphPad Prism® programı kullanıldı. Kısa ve uzun süreli sünger uygulamalarının, kontrol grubuna göre MDA düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir ($P < 0.001$). Özellikle uzun süreli sünger uygulamasının, kısa süreliye göre MDA düzeylerinde daha fazla artışa neden olduğu gözlemlenmiştir ($P < 0.001$). Kontrol ve kısa süreli intravaginal sünger uygulanan grupta uzun süreli gruba göre daha yüksek GSH düzeyleri saptanmıştır ($P < 0.05$). Bu bağlamda uzun süreli intravaginal sünger uygulamasının, diğer gruplara göre GSH düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalmaya yol açtığı ifade edilebilir. Sonuç olarak, Tuj koyunlarında üreme sezonu dışında uzun süreli intravaginal sünger uygulamasının, lokal inflamasyona neden olarak oksidatif statü üzerinde etkili olabileceği görülmüştür. Bu nedenle, östrus senkronizasyonu amacıyla kullanılacak intravaginal sünger uygulamalarında kısa süreli protokollerin tercih edilmesi önerilebilir.

Anahtar kelimeler: Glutatyon, koyun, malondialdehit, progesteron, senkronizasyon, sünger

Abstract

In this study, the effects of short and long-term applications of progesterone-containing intravaginal sponges on malondialdehyde (MDA) and glutathione (GSH) levels were investigated in Tuj sheep during the non-breeding season. Twenty-one Tuj sheep aged 3-4 years were used in the study. In Group I (n=7, Short-term, 7 days), progesterone-containing sponges were inserted into the vagina for 7 days, followed by the removal of sponges after a 600 IU equine chorionic gonadotropin (eCG) injection on the 7th day. In Group II (n=7, Long-term, 14 days), progesterone-containing sponges were used for 14 days, and then sponges were removed after a 12th-day eCG injection. Group III (n=7, Control) did not receive any treatment and underwent ram mating simultaneously with the other groups. Blood samples were collected from the jugular vein of the sheep in the control group on the day of sponge removal. Malondialdehyde (MDA) levels were assessed to evaluate the oxidative state, and reduced glutathione (GSH) levels were analyzed to determine the antioxidant status. Statistical analyses were performed using the GraphPad Prism® program. It was determined that both short and long-term sponge applications had a significant effect on MDA levels compared to the control group ($P < 0.001$). Particularly, long-term sponge application was observed to cause a higher increase in MDA levels compared to the short-term application ($P < 0.001$). Higher GSH levels were detected in the control and short-term intravaginal sponge application groups compared to the long-term group ($P < 0.05$). In this context, it can be stated that long-term intravaginal sponge application led to a statistically significant decrease in GSH levels compared to the other groups. In conclusion, it was observed that long-term intravaginal sponge application in Tuj sheep during the non-breeding season could be effective in inducing local inflammation and affecting oxidative status. Therefore, for intravaginal sponge applications aimed at estrus synchronization, short-term protocols are recommended.

Key words: Glutathione, malondialdehyde, progesterone, sheep, sponge, synchronization

1. GİRİŞ

Koyun yetiştiriciliği, dünya genelinde önemli bir hayvancılık faaliyeti olarak kabul edilmektedir. Bu sektör, et, süt, yün ve deri üretimi ile birlikte çeşitli ekonomik faydalar sağlamaktadır. Koyunlar, genellikle dayanıklılıkları, beslenme adaptasyonları ve çabuk üreme yetenekleri ile tanınan hayvanlardır. Et üretimi açısından koyunlar, yüksek kaliteli et sağlama potansiyelleri ile tercih edilen bir seçenek haline gelmiştir. Süt üretimi bakımından da koyun sütü, özellikle peynir ve yoğurt üretimi için kullanılan besleyici bir kaynaktır. Ayrıca, koyun yünü tekstil endüstrisi için değerli bir hammadDEDİR. Koyun yetiştiriciliği, genellikle çeşitli iklim ve coğrafi koşullarda gerçekleştirilebilir, bu da küresel çapta yaygın bir faaliyet olmasını sağlar. Ancak, hayvan sağlığı, beslenme ve genetik seçim gibi faktörlerin etkili bir şekilde yönetilmesi, başarılı bir koyun yetiştiriciliği işletmesinin temelini oluşturur (Akçapınar, 1994; Kaymakçı, 2016; Koyuncu, 2019; Taşkın vd., 2015; Yalçın, 1990).

Tuj koyunu, genellikle Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştirilen bir koyun ırkıdır. Bu koyunlar, özellikle çorak ve kırsal alanlarda ekonomik değer taşıyan bir türdür. Tuj koyunları genellikle orta ila büyük boyutlarda olup, vücut yapıları sağlam ve dayanıklıdır. Genellikle beyaz renkte olan tüyleri, koyu renkli yüz ve bacaklarla dikkat çeker. Tuj koyunları, sert iklim koşullarına dayanıklıdır ve kısıtlı miktarda yemle yetinerek iyi bir şekilde adapte olabilirler. Bu koyunlar, et ve yapağı üretimi için yetiştirilmekte olup, eti lezzetli ve kalitelidir (Adıgüzel Işık, 2020; Akçapınar, 1994; Aksoy vd., 2001; Kaymakçı, 2016; Kırmızıbayrak vd., 2005; Koyuncu, 2019).

Koyunlarda östrus senkronizasyonu, üreme performansını artırmak ve sürüde daha düzenli doğumları sağlamak amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Bu süreçte genellikle hormonlu protokoller veya vaginal süngerler gibi yöntemler kullanılarak koyunların östrus döngüleri senkronize edilir (Kaçar vd., 2016; Kuru, Kükürt, vd., 2018). Koyunlarda intravaginal sünger kullanarak östrus senkronizasyonu, üreme yönetimini optimize etmek ve sürü içinde daha düzenli doğumları sağlamak amacıyla uygulanan bir stratejidir. Bu yöntemde, koyunların vaginasına yerleştirilen özel süngerler, progesteron içerir ve bu madde koyunların östrus döngülerini kontrol etmeye yardımcı olur. Süreç genellikle belirli bir sünger uygulama periyodu boyunca devam eder ve ardından süngerler çıkarılarak östrus dönemi başlatılır. Bu sayede sürü içindeki koyunların çoğu aynı zamanda östrusa girer ve bu dönemde çiftleşmeye daha yatkın hale gelir. Intravaginal sünger kullanarak östrus senkronizasyonu, genetik iyileştirmeleri hızlandırabilir, doğumları planlamayı kolaylaştırabilir ve sürü içinde üreme verimliliğini artırabilir (Arya vd., 2023; Habeeb & Anne Kutzler, 2021; Hameed vd., 2021; Kaçar vd., 2016; Taçyıldız vd., 2023; Yu vd., 2018).

Küçük ruminantlarda östrus senkronizasyonu için kullanılan intravaginal süngerler, genellikle kısa veya uzun süreli olarak tasarlanmıştır. Süngerler kısa süreli olarak 5-7 gün ve uzun süreli olarak 12-14 gün kullanılabilir. Bu süreçte östrus siklusunu baskılar ve çıkarıldığında senkronize bir östrus başlatır. Bu uygulamadaki temel hedef diöstrus dönemindeki korpus luteumu taklit etmektir (Altınçekiç Öziş & Koyuncu, 2017; Karaca vd., 2009, 2010; Kuru, Kaçar, Demir, & Çetin, 2019; Kuru, Kaçar, Demir, Kaya, vd., 2019; Kuru vd., 2022; Martinez-Ros vd., 2019; Menchaca & Rubianes, 2004; Özyurtlu vd., 2011; Taçyıldız vd., 2023).

İntravaginal olarak uygulanan süngerler vagina dokusunda tahribata ve inflamasyona neden olabilmektedir. Bu tip bir uygulamanın sonunda birçok koyunda değişik derecelerde vaginitis oluşumu gözlenmiştir (Martins vd., 2009). Bununla birlikte, süngerler vaginal enfeksiyonlar için bir yatkınlık faktörüdür, genellikle eritem, purulent vaginal akıntı ve bol miktarda vaginal lökosit ile karakterize edilen vaginitise neden olmaktadır (Manes vd., 2015; Martins vd., 2009; Suárez vd., 2006). Süngerin mekanik etkisinin yanı sıra, intravaginal süngerler, lokal immünosupresif etkiye sahip olabilen, lenfosit proliferasyonunu ve prostaglandin F2 alfa (PGF2α) üretimini azaltan, dolayısıyla organizmanın enfeksiyonları önleme veya çözme kapasitesini zayıflatan progestinlerle emprenye edilir. Sünger kaynaklı vaginitislerin bir kısmı çıkarıldıktan sonra kendi kendine iyileşebilse de bazı vakalar için önlem

almak gerekebilir (Manes vd., 2015; Suárez vd., 2006). Öyle ki süngerin uygulandığı üreme sezonu dahi vaginitis skoru üzerine etki edebilmektedir (Güner & Kisadere, 2022). Bununla birlikte intravaginal progesteron taşıyan aparat uygulamasının (uzun süreli) oksidatif statü ve inflamasyon markırları üzerine etkili olabileceğine dair bazı bildirimler de yapılmıştır (Ataman vd., 2023; Kuru, Kükürt, vd., 2016; Kuru, Öğün, vd., 2016, 2018; Kuru vd., 2015; Oral vd., 2015; Sönmez vd., 2009).

Oksidatif stres, veteriner hekimlikte önemli bir konudur ve alan için yeni bir konu olarak öne çıkar. Reaktif oksijen metabolitleri (ROM), bir organizmanın serbest radikalleri olarak bilinir ve vücudun yaklaşık %1-2'sini oluşturur. Bu metabolitler düşük konsantrasyonlarda bulunur ve protein fosforilasyonu, hücre olgunlaşması, apoptoz, oosit olgunlaşması, steroid üretimi, hücresel bağışıklık, ovulasyon, implantasyon, blastosit oluşumu, luteolizis, akrozom reaksiyonları, döllenme ve gebelik sırasında luteal bakım gibi bir dizi vücut aktivitesinde rol oynar. Ancak, organizmada ROM'lar büyük miktarlarda üretildiğinde, hücredeki lipitlere, proteinlere ve DNA'ya zarar verir, bu da hücresel fonksiyon kaybına neden olur. ROM ve bu maddeleri ortadan kaldıran antioksidan sistemler arasındaki denge bozulduğunda, oksidatif stres meydana gelir. Bu dengenin anlaşılması ve düzenlenmesi, veteriner tıbbında oksidatif stresin anlaşılması ve hayvan sağlığını koruma açısından önemli bir konuyu ortaya koymaktadır (Agarwal vd., 2005; Celi, 2011b, 2011a; Kuru, Kükürt, vd., 2018; Oral vd., 2015).

Yüksek konsantrasyondaki serbest radikaller, hücre zarındaki yağ asitleri ile etkileşime geçerek peroksidasyon ürünlerinin oluşumuna neden olur. Bu biyokimyasal süreç boyunca, hücre zarındaki yağ asidinden bir hidrojen molekülü uzaklaştırılarak, hücresel ortamda malondialdehit (MDA) seviyelerinde artış meydana gelir. MDA konsantrasyonunun ölçülmesi, lipid peroksidasyonu hakkında bilgi sağlayan değerli bir gösterge olarak işlev görür. Bu biyokimyasal olay, özellikle hücre zarındaki lipidler arasındaki karmaşık etkileşimi aydınlatarak, serbest radikaller ve hücresel bileşenler arasındaki ince ilişkiyi değerlendirmenin önemini vurgular (Agarwal vd., 2005; Celi, 2011a, 2011b; Oral vd., 2015).

Glutasyon (GSH), hücrelerde bulunan önemli bir antioksidan ve detoksifikasyon molekülüdür. Tripeptit yapısında olan glutasyon, üç amino asitten oluşur: glutamik asit, sistein ve glisindir. Hücrelerin oksidatif stresten kaynaklanan zararlı etkilere karşı korunmasında kritik bir rol oynar. Glutasyon, serbest radikalleri nötralize eder, hücrelerin oksidatif hasarına karşı savunma mekanizmalarını destekler ve toksinlerin detoksifikasyonunda görev alır. Ayrıca, bağışıklık sistemini güçlendirerek hücresel sağlığı destekler. Glutasyon, hücresel düzeyde bir dengenin korunmasına katkı sağlayarak genel sağlık ve hücresel işlev açısından önemlidir (Agarwal vd., 2005; Celi, 2011a, 2011b).

Bu çalışmada üreme sezonu dışındaki Tuk koyunlarına kısa veya uzun süreli progesteron içeren süngerin intravaginal olarak uygulamasının MDA ve GSH üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATARYEL VE METOT

2.1. Östrus Senkronizasyonu

Çalışmada klinik olarak sağlıklı, 3-4 yaşlarında, vücut kondisyon skoru 3.0-3.5 olan, 21 Tuj koyununda üreme sezonu dışında östrus senkronizasyonu yapılmıştır.

Grup I (n = 7, Kısa süreli, 7 gün): Progesteron emdirilmiş sünger (60 mg, medroksiprogesteron asetat, Esponjavet®, Hipra, Türkiye) vaginaya yerleştirildi (0. gün). Beşinci gün 600 IU kısırak koryonik gonadotropin (eCG, Oviser®, Hipra, Türkiye) kas içi enjeksiyonu yapıldı. Süngerler 7. gün çıkarıldı ve koç katımı yapıldı.

Grup II: (n=7, Uzun süreli, 14 gün): Progesteron emdirilmiş sünger vaginaya yerleştirildi (0. gün). On ikinci gün 600 IU eCG kas içi enjekte edildi. Süngerler 14. gün vaginadan çıkarıldı ve koç katımı yapıldı.

Grup III: (n=7, Kontrol): Bu gruba herhangi bir uygulama yapılmadı ve diğer gruplarla aynı zamanda koç katımı yapıldı.

2.2. Kan Örneklerinin Alınması

Çalışmada sünger çıkarılma günü kontrol grubunda da aynı zaman diliminde koyunlardan *vena jugularis*'ten kan alındı. Kanlar +4°C'de 3000 devir/dk 10 dakika santrifüj edildi ve serum örnekleri ölçüm yapılncaya kadar -18°C'de saklandı.

2.3. Biyokimyasal Analiz

Oksidan durumu değerlendirmek için, MDA seviyeleri, Yoshiko ve ark. (Yoshioka vd., 1979) tarafından açıklanan yöntem kullanılarak ölçüldü. Antioksidan durumu belirlemek için ise indirgenmiş GSH seviyeleri, Beutler ve ark. (Beutler vd., 1963) tarafından açıklanan prosedüre göre analiz edildi.

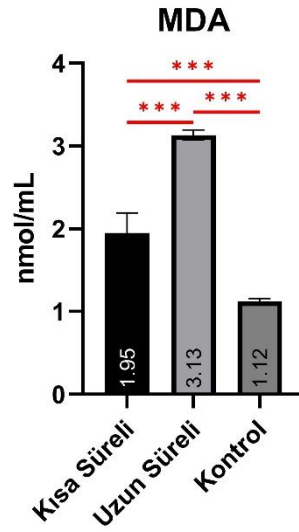
2.4. İstatistiksel Analiz

Çalışmada biyokimyasal parametrelerden elde edilen veriler ortalama $\pm$ standart sapma (SD) olarak verildi. Shapiro-Wilk testine göre normal dağılım gösterdiği belirlenen verilerin çoklu karşılaştırmasında one-way ANOVA ve post-hoc karşılaştırmasında ise Tukey Honestly significant difference testi kullanıldı. Analizlerde ve grafiklerin oluşturulmasında GraphPad Prism® (Version 9.5.1, GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA) programından yararlanıldı. Elde edilen farklılıklar $P < 0.05$ düzeyinde ise anlamlı olarak kabul edildi.

3. BULGULAR

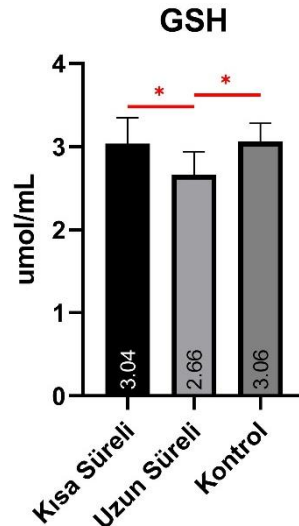
Çalışmada intravaginal sünger uygulamasının Tuj koyunlarında MDA üzerine etkili olduğu görüldü ($P < 0.001$). Bununla birlikte kısa veya uzun süreli sünger uygulaması da kontrole göre MDA üzerine etki ettiği belirlendi ($P < 0.001$). En dikkat çekici bulgular arasında uzun süreli sünger uygulamasının kısa süreliye göre MDA düzeyinde daha fazla yükselmeye

neden olduğudur ($P < 0.001$). Çalışma grupları arasında elde edilen MDA düzeylerinde Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Tuj koyunlarına farklı sürelerde progesteron içeren intravaginal sünger uygulamasının MDA üzerine etkisi. MDA düzeylerinin kontrol grubuna göre hem kısa süreli hem de uzun süreli uygulamada istatistiksel olarak anlamlı şekilde artış gösterdiği görülmektedir ($P < 0.001$). Bununla birlikte uzun süreli sünger uygulaması kısa süreli uygulamaya göre serum MDA düzeylerinde ciddi artışa sebebiyet verdi ($P < 0.001$). ***: Gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($P < 0.001$). MDA: Malondialdehit.

Çalışmada tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre grupların çoklu karşılaştırmasının istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü ($P < 0.05$). Yine kontrol ve kısa süreli intravaginal sünger uygulanan grupta uzun süreli gruba göre daha yüksek GSH düzeyi saptandı ($P < 0.05$). Dolayısıyla uzun süreli intravaginal sünger uygulamasının diğer gruplara göre GSH düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalmaya neden olduğu ifade edilebilir. Bununla birlikte kısa süreli grup ile kontrol arasında GSH düzeyleri bakımından fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). Çalışma grupları arasında elde edilen GSH düzeylerinde Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Tuj koyunlarına farklı sürelerde progesteron içeren intravaginal sünger uygulamasının GSH üzerine etkisi. GSH düzeylerinin uzun süreli sünger gurupta hem kısa süreli hem de kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalış gösterdiği görülmektedir ($P < 0.05$). *: Gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($P < 0.05$). GSH: Glutatyon.

4. SONUÇ

Sonuç olarak, Tuj koyunlarında üreme sezonu dışında üremenin denetlenmesi amacıyla progesteron içeren intravaginal sünger uygulamasının serum MDA düzeylerinde artışa sebebiyet verirken GSH düzeylerinde azalmaya neden olabileceği belirlenmiştir. Özellikle uzun süreli sünger uygulamasının kısa süreli uygulamaya göre hem MDA’da daha fazla yükselmeye hem de GSH’da azalmaya neden olduğu görüldü. Bu bulgulardan yola çıkarak uzun süreli sünger uygulamasının Tuj koyunlarında daha fazla lokal inflamasyona neden olabileceğinden oksidatif statü üzerine etki edebileceği söylenebilir. Dolayısıyla östrus senkronizasyonu amacıyla kullanılacak intravaginal sünger uygulamalarında kısa süreli protokoller tercih edilebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Adıgüzel Işık, S. (2020). Doğu Anadolu bölgesinde koyun yetiştiriciliği ve bölgedeki mevcut koyun ırkları. İçinde P. Ayvazoğlu Demir (Ed.), *Tüm Yönleriyle Kuzey Doğu Anadolu Bölgesinde Hayvancılık* (ss. 49-74). IKSAD Publishing House.
- Agarwal, A., Gupta, S., & Sharma, R. K. (2005). Role of oxidative stress in female reproduction. İçinde *Reproductive Biology and Endocrinology*. <https://doi.org/10.1186/1477-7827-3-28>
- Akçapınar, H. (1994). *Koyun Yetiştiriciliği*. Medisan Yayınevi.
- Aksoy, A. R., Saatcı, M., Özbey, M., & Dalcı, M. T. (2001). Tuj ırkı koyunların verim özellikleri. I. Döl verimi ve büyüme. *Vet Bil Derg*, 17(1), 73-77.
- Altınçekiç Özış, S., & Koyuncu, M. (2017). The effects of short-mid-long term intravaginal sponge application on reproductive performance of Karacabey Merino ewes in the anestrous season. *Indian Journal of Animal Research*, 53(of), 33-36. <https://doi.org/10.18805/ijar.b-646>
- Arya, D., Goswami, R., & Sharma, M. (2023). Estrous synchronization in cattle, sheep and goat. *Multidisciplinary Reviews*, 6(1), e2023001. <https://doi.org/10.31893/MULTIREV.2023001>
- Ataman, M. B., Aköz, M., Dönmez, N., Bodu, M., Kul, M., & Bucak, M. N. (2023). The investigation of the effects of vitamin A, vitamin E, and β -carotene plus vitamin E on some fertility parameters in ewes. *Tropical Animal Health and Production*, 55(3), 175. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03586-4>
- Beutler, E., Duron, O., & Kelly, B. M. (1963). Improved method for the determination of blood glutathione. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 61, 882-888.
- Celi, P. (2011a). Biomarkers of oxidative stress in ruminant medicine. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 33(2), 233-240. <https://doi.org/10.3109/08923973.2010.514917>
- Celi, P. (2011b). Oxidative Stress in Ruminants. İçinde L. Mandelker & P. Vajdovich (Ed.), *Studies on Veterinary Medicine* (ss. 191-231). Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-61779-071-3_13

- Güner, B., & Kisadere, I. (2022). The efficacy of intravaginal antibiotic or their combination with different gonadotropins on vaginitis and fertility in ewes synchronized with progesterone impregnated intravaginal sponges. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 46(4), 575-581. <https://doi.org/10.55730/1300-0128.4228>
- Habeeb, H. M. H., & Anne Kutzler, M. (2021). Estrus synchronization in the sheep and goat. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 37(1), 125-137. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2020.10.007>
- Hameed, N., Khan, M. I. ur R., Zubair, M., & Andrabi, S. M. H. (2021). Approaches of estrous synchronization in sheep: Developments during the last two decades. *Tropical Animal Health and Production*, 53(5), 1-10. <https://doi.org/10.1007/S11250-021-02932-8/TABLES/4>
- Kaçar, C., Kaya, S., Kuru, M., & Zonturlu, A. K. (2016). Koyun ve keçilerde üremenin denetlenmesinde güncel yöntemler. *Türkiye Klinikleri Veterinary Sciences-Obstetrics and Gynecology - Special Topics*, 2(1), 29-37.
- Karaca, F., Ataman, M. B., & Çoyan, K. (2009). Synchronization of estrus with short- and long-term progestagen treatments and the use of GnRH prior to short-term progestagen treatment in ewes. *Small Ruminant Research*, 81(2-3), 185-188. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.12.002>
- Karaca, F., Doğruer, G., Saribay, M. K., & Ateş, C. T. (2010). Oestrus synchronization with short-term and long-term progestagen treatments in goats: The use of GnRH prior to short-term progestagen treatment. *Italian Journal of Animal Science*, 9(1), e22. <https://doi.org/10.4081/10.4081/ijas.2010.e22>
- Kaymakçı, M. (2016). *İleri Koyun Yetiştiriciliği*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Kırmızıbayrak, T., Aksoy, A. R., Saatçı, M., & Tilki, M. (2005). Tuj ve Morkaraman koyunların süt verimi ve meme özellikleri ile bu özellikler arasındaki ilişkiler. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 11, 11-15.
- Koyuncu, M. (2019). *Koyun Yetiştiriciliği*. Dora Basım-Yayın Dağıtım Ltd Şti.
- Kuru, M., Boga Kuru, B., Kacar, C., Demir, M. C., & Cetin, N. (2022). Effect of oestrus synchronization with different lengths of progesterone-impregnated sponges and equine chorionic gonadotropin on reproductive efficiency in Romanov ewes during the non-breeding season. *Acta Veterinaria Brno*, 91(3), 243-250. <https://doi.org/10.2754/avb202291030243>
- Kuru, M., Kaçar, C., Demir, M. C., & Çetin, N. (2019). The effect of short-term or long-term progestagen eCG treatment for estrus synchronization on pregnancy rate in Romanov ewes. *II International Congress of Turkish Society of Veterinary Gynaecology*, 307-308,.
- Kuru, M., Kaçar, C., Demir, M. C., Kaya, S., Kaya, D., & Oral, H. (2019). The effect of the use of short-term or long-term progesterone impregnated intravaginal sponge on the pregnancy rate in lactating Gurcu goats outside of the breeding season. *II. International Congress of Turkish Society of Veterinary Gynaecology*, 305-306.
- Kuru, M., Kükürt, A., Oral, H., & Karapehlivan, M. (2016). Relationship between pregnancy rate and serum sialic acid levels and paraoxonase activity after synchronization with progesterone releasing intravaginal device protocol in heifers. *Journal of Cellular Neuroscience and Oxidative Stress*, 8(1), 556-557.

- Kuru, M., Kükürt, A., Oral, H., & Ögün, M. (2018). Clinical use of progesterone and its relation to oxidative stress in ruminants. İçinde G. Drevensek (Ed.), *Sex Hormones in Neurodegenerative Processes and Diseases* (ss. 303-327). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.73311>
- Kuru, M., Merhan, O., Kaya, S., Oral, H., & Kükürt, A. (2015). The effect of short term progesterone-releasing intravaginal device treatment on acute inflammation markers for Holstein heifers. *Revue de Medecine Veterinaire*, 166(11-12), 336-340.
- Kuru, M., Ögün, M., Hasan, O., Kükürt, A., Makav, M., & Kulaksiz, R. (2016). The use of controlled internal drug release for synchronization augmented oxidative and nitrosative stress and leptin levels in Georgian goats. *Journal of Cellular Neuroscience and Oxidative Stress*, 8(1), 541-542.
- Kuru, M., Ögün, M., Kulaksiz, R., Kükürt, A., & Oral, H. (2018). Comparison of oxidative/nitrosative stress, leptin and progesterone concentrations in pregnant and non-pregnant Abaza goats synchronized with controlled internal drug release application. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 24(6), 887-892. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2018.20222>
- Manes, J., Campero, C., Hozbor, F., Alberio, R., & Ungerfeld, R. (2015). Vaginal histological changes after using intravaginal sponges for oestrous synchronization in anoestrous ewes. *Reproduction in Domestic Animals*, 50(2), 270-274. <https://doi.org/10.1111/RDA.12482>
- Martinez-Ros, P., Gonzalez-Bulnes, A., Garcia-Rosello, E., Rios-Abellan, A., & Astiz, S. (2019). Effects of short-term intravaginal progestagen treatment on fertility and prolificacy after natural breeding in sheep at different reproductive seasons. *Journal of Applied Animal Research*, 47(1), 201-205. <https://doi.org/10.1080/09712119.2019.1599899>
- Martins, G., Figueira, L., Penna, B., Brandão, F., Vargas, R., Vasconcelos, C., & Lilenbaum, W. (2009). Prevalence and antimicrobial susceptibility of vaginal bacteria from ewes treated with progestin-impregnated intravaginal sponges. *Small Ruminant Research*, 81(2-3), 182-184. <https://doi.org/10.1016/J.SMALLRUMRES.2008.12.003>
- Menchaca, A., & Rubianes, E. (2004). New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. *Reproduction, Fertility, and Development*, 16(4), 403-413. <https://doi.org/10.10371/RD04037>
- Oral, H., Ögün, M., Kuru, M., & Kaya, S. (2015). Evaluation of certain oxidative stress parameters in heifers that were administered short term PRID. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 21(4), 569-573. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2015.12969>
- Özyurtlu, N., Ay, S. S., Küçükaslan, I., Güngör, Ö., & Aslan, S. (2011). Effect of subsequent two short-term, short-term, and long-term progestagen treatments on fertility of Awassi ewes out of the breeding season. *Ankara Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 58(2), 105-109. https://doi.org/10.1501/vetfak_0000002458
- Sönmez, M., Bozkurt, T., Türk, G., Gür, S., Kızıl, M., & Yüce, A. (2009). The effect of vitamin E treatment during preovulatory period on reproductive performance of goats following estrous synchronization using intravaginal sponges. *Animal Reproduction Science*, 114(1-3), 183-192. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.09.007>
- Suárez, G., Zunino, P., Carol, H., & Ungerfeld, R. (2006). Changes in the aerobic vaginal bacterial mucous load and assessment of the susceptibility to antibiotics after treatment with intravaginal sponges in anestrous ewes. *Small Ruminant Research*, 63(1-2), 39-43. <https://doi.org/10.1016/J.SMALLRUMRES.2005.01.011>

- Taçyıldız, E., Boa Kuru, B., & Kuru, M. (2023). The effect of short-term or long-term progesterone-based estrus synchronization on fertility parameters in Tuj ewes outside the breeding season. *Van Veterinary Journal*, 34(3), 237-243. <https://doi.org/10.36483/vanvetj.1296531>
- Taşkın, T., Ünal, B., & Canpolat, Ö. (2015). *Koyuncululuğun Temel Esasları*. Hasad Yayıncılık.
- Yalçın, B. C. (1990). Koyun Yetiştiriciliğine Giriş. İçinde C. N. Aytuğ, E. Alaçam, Ü. Özkoç, B. C. Yalçın, H. Gökçen, & H. Türker (Ed.), *Koyun-Keçi Hastalıkları ve Yetiştiriciliği* (ss. 378-387). Tüm Vet Hayvancılık Hizmetleri Yayını, Teknografik Matbaası.
- Yoshioka, T., Kawada, K., Shimada, T., & Mori, M. (1979). Lipid peroxidation in maternal and cord blood and protective mechanism against activated-oxygen toxicity in the blood. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 135(3), 372-376. [https://doi.org/10.1016/0002-9378\(79\)90708-7](https://doi.org/10.1016/0002-9378(79)90708-7)
- Yu, X. J., Wang, J., & Bai, Y. Y. (2018). Estrous synchronization in ewes: The use of progestogens and prostaglandins. *Acta Agriculturae Scandinavica A: Animal Sciences*, 68(4), 219-230. <https://doi.org/10.1080/09064702.2019.1674373>

RATLARDA OVARIEKTOMİNİN TOTAL KOLESTEROL, YÜKSEK YOĞUNLUKLU LİPOPROTEİN VE DÜŞÜK YOĞUNLUKLU LİPOPROTEİN ÜZERİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF OVARIECTOMY ON TOTAL CHOLESTEROL, HIGH-DENSITY LIPOPROTEIN, AND LOW-DENSITY LIPOPROTEIN IN RATS

Mustafa MAKAV

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Kars
mustafamakav@gmail.com, 04742426807/5165
ORCID NO: 0000-0003-1879-8180

Mushap KURU

Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı, Kars
mushapkuru@hotmail.com, 04742426807/5218
ORCID NO: 0000-0003-4409-251X

Özet

Bu çalışmanın amacı, ovariektomi sonrası total kolesterol, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL-C) ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL-C) parametreleri üzerindeki etkileri araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda, her birinde 6 dişi rat olmak üzere toplamda 12 rat kullanıldı. Ratlar, kontrol ve ovariektomi olmak üzere iki gruba ayrıldı. Ovariektomi grubundaki ratlara, anestezi altında ovariektomi operasyonu uygulanarak ovaryumları çıkarıldı. Ardından, tüm ratlar *ad-libitum* beslenmeye devam etti. 30 gün sonunda, tüm hayvanlar etik kurallara uygun bir şekilde anestezi altında ötenaziye tabi tutuldu. Ratlardan alınan kan örnekleri santrifüj edilerek serumları ayrıldı. Serum örneklerinden kolesterol, HDL-C ve LDL-C parametreleri tam otomatik otoanalizör cihazı ile ölçüldü. Yapılan analiz sonuçlarına göre, kolesterol ve HDL-C düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamazken ($p > 0.05$), LDL-C düzeyinde ovariektomi grubunda kontrol grubuna göre anlamlı bir artış saptandı ($p < 0.05$). Bu sonuçlar, ovariektomi sonrasında azalan östrojen ve progesteronun lipid profiline olumsuz etkisi olduğunu ve özellikle LDL-C düzeyini artırdığını göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Ovariektomi, kolesterol, HDL-C, LDL-C

Abstract

This study aimed to investigate the effects of ovariectomy on total cholesterol, high-density lipoprotein (HDL-C), and low-density lipoprotein (LDL-C) parameters. For this

purpose, a total of 12 female rats, six in each group, were utilized. The rats were divided into two groups: control and ovariectomy. In the ovariectomy group, rats underwent ovariectomy surgery under anesthesia to remove the ovaries. Subsequently, all rats continued ad-libitum feeding. After 30 days, all animals were euthanized under anesthesia in accordance with ethical guidelines. Blood samples were collected from the rats and centrifuged to separate the sera. The parameters of cholesterol, HDL-C, and LDL-C were measured from serum samples using a fully automated autoanalyzer device. According to the analysis results, no statistically significant difference was found in cholesterol and HDL-C levels ($p > 0.05$), while a significant increase in LDL-C level was observed in the ovariectomy group compared to the control group ($p < 0.05$). These findings indicate that the decreased estrogen and progesterone levels after ovariectomy have a negative impact on the lipid profile, particularly elevating LDL-C levels.

Keywords: Ovariectomy, cholesterol, HDL-C, LDL-C

1. GİRİŞ

Menopozdan sonrasında iç organ yağının artmasıyla karakterize edilen kilo alımı gibi birçok metabolik bozukluklar meydana gelebilir. Ayrıca menopozun, diyabet, hipertansiyon, dislipidemi ve osteoporoz gibi metabolik hastalıklarla ilişkili olduğu bildirilmiştir (Milewicz, 2012). Östrojen eksikliği ve kilo alımı, ovariektominin etkinliğinin iyi göstergeleridir (Antunes vd., 2007; Meli vd., 2004; Turgeon vd., 2006). Yapılan çalışmalara bakıldığında östrojen verilen ile ovaryumları alınmış sıçanlarla karşılaştırıldığında kilo kaybı ve karın yağında azalma görüldüğü bildirilmiştir (Ho vd., 2010; Poehlman, 2002; Soo vd., 2005). Ovariektominin neden olduğu östrojen eksikliği, kısmen iç organ yağın artırarak vücut ağırlığını etkiler (Ainslie vd., 2001; Lé & Wajchenberg, 2000). Çalışmalar, östrojenin kadınlarda yağ birikimi üzerinde önemli bir düzenleyici etkiye sahip olduğu (Ainslie vd., 2001; Lé & Wajchenberg, 2000; Okura vd., 2003) ve aynı zamanda adiposit metabolizmasında da önemli bir düzenleyici rol oynayabileceğini göstermektedir (Tchernof vd., 2004). Menopozdan sonra obezite ile ilişkili hastalıklara yakalanma riskinin artması, kadın seks steroid hormonlarının, özellikle de östrojenin, adipogenezi ve yağ dokusu metabolizmasını etkilediğini ortaya koymuştur (Mattsson & Olsson, 2007). Menopoz sonrası dönemde kadınlarda iç organlarda yağ miktarı artar ve hızla kilo alırlar (Camara vd., 2014). Menopozdan sonra vücut yağının yeniden dağılımı, menopozun metabolik değişikliklerle ilişkilendirilmesinde anahtar faktör olabilir (Misso vd., 2005).

Düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL), vücudun lipoproteinlerinden biridir ve dolaşımdaki önemli bir kolesterol taşıyıcısıdır. Yüksek LDL kolesterol (LDL-C) düzeyleri, yüksek kardiovasküler hastalıkların gelişme riski ile ilişkilendirilmiştir (Navarese vd., 2018). Daha küçük bir LDL-C türü olan küçük yoğun düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterolün (sdLDL-C), tip 2 diyabet ve kardiovasküler hastalıklar için ortaya çıkan bir risk faktörü olduğu düşünülmektedir. SdLDL-C düzeylerinin, T2DM ve MetS'nin ortak bir özelliği olan 'proaterojenik lipoprotein fenotipini' oluşturan yüksek trigliserit (TG) düzeyleri ve azalmış yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL-C) konsantrasyonları ile ilişkisi bulunmuştur (Diffenderfer & Schaefer, 2014; Eckel vd., 2005; Rizzo vd., 2009). Potansiyel mekanizma kısmen LDL reseptörüne olan afinitenin düşük olması ve onun kandaki çoklu aterojenik modifikasyonları nedeniyle olabilir (Diffenderfer & Schaefer, 2014). Yağlanma ve diyabet yüksek TG ve azalmış HDL-C düzeyleriyle ilişkilidir ve ayrıca LDL-C aterosklerozda belirgin bir metabolik rol oynar (Fan vd., 2019).

Lipid profiline gelince, birçok çalışma menopoz ve ovariektomi sırasında lipid profilinin değiştiğini bildirmiştir (Koubaa-Ghorbel vd., 2021; Laudenslager vd., 1980; Subbiah, 1998). Kadınlarda menopoz, artan TG, TC, LDL-C konsantrasyonları ve azalan HDL-C konsantrasyonları ile ilişkilidir (Sumino vd., 2003). Östrojen tedavisinin vücut ağırlığını ve yağ birikimini azalttığı ve plazma lipit profillerinde olumlu değişikliklere yol açtığı iyi bilinmektedir (Koubaa-Ghorbel vd., 2021; Laudenslager vd., 1980; Subbiah, 1998).

Yapmış olduğumuz çalışmada da ovariektomi sonrası azalan östrojen ve progesteronun lipit profili üzerine etkisinin araştırılmasını amaçladık.

2. MATERYAL ve METOT

Çalışmada 12 adet dişi, 250- 350 gr ağırlığında Wistar albino rat kullanıldı. Çalışmada kullanılacak ratlar $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ortam sıcaklığında, 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık ortamda standart kafeslerde barındırılıp, *ad-libitum* olarak yem ve musluk suyu ile beslendiler.

Çalışma grupları:

Kontrol grubu (n=6): Bu gruptaki ratlar standart yem ve su ile beslendi.

Overektomi grubu (n=6): Bu gruptaki ratlara ovariektomi yapıldı, standart yem ve su ile beslendi.

Deney sonunda ratlar anestezi altında (ketamin hidroklorit (75mg/kg) ve ksilazin (15 mg/kg) intramuskuler) servikal dislokasyon yöntemi ile ötenazisi yapılarak ratlardan kan örneklemesi yapıldı. Daha sonra alınan kan örnekleri 3000 RPM’de santrifüj yapılarak serumları çıkarıldı ve serum örneklerinde tam otomatik otoanalizör cihazı kullanılarak total kolesterol, HDL-c ve LDL-c parametrelerinin ölçümü yapıldı.

2.1. Ovariektomi Operasyonunun Yapılışı

Çalışmadaki ovariektomi grubunun tamamına ovariektomi operasyonu yapıldı. Ovariektomi operasyonu için ratlara ketamin/ksilazin (35-50/5-10mg/kg) (Ketalar®-Pfizer/Alfazyne® %2-Ege-Vet) kullanılarak anestezi uygulandı. Anesteziden sonra ratlar sırt üstü yatırılarak operasyon bölgesi tıraş edildi. Operasyon median ensizyon ile yapıldı, deri, kas katmanları ve periton kesilerek karın boşluğuna ulaşıldıktan sonra sağ ve sol ovaryumların asıcı bağları ve damarları 3,0 vicryl iplik kullanılarak ligatüre edilip çıkarıldı. Bu işlemten sonra periton ve kaslar basit sürekli, deri ise yatay U dikişi ile dikildi. Post operatif komplikasyonları önlemek amacıyla 4 gün süreyle antibiyotik (İespor®) uygulandı ve operasyondan sonra ratların ensizyon bölgesi peritonitis ve inflamasyon yönünden günlük olarak kontrol edildi.

2.2. Biyokimyasal Analiz

Biyokimyasal analizler, ticari kit ve tam otomatik otoanalizör cihazı olan Abbott Architect c8000® analiz cihazı (Abbott Laboratories, Abbott Park, IL, ABD) kullanılarak fotometrik yöntemlerle yapıldı.

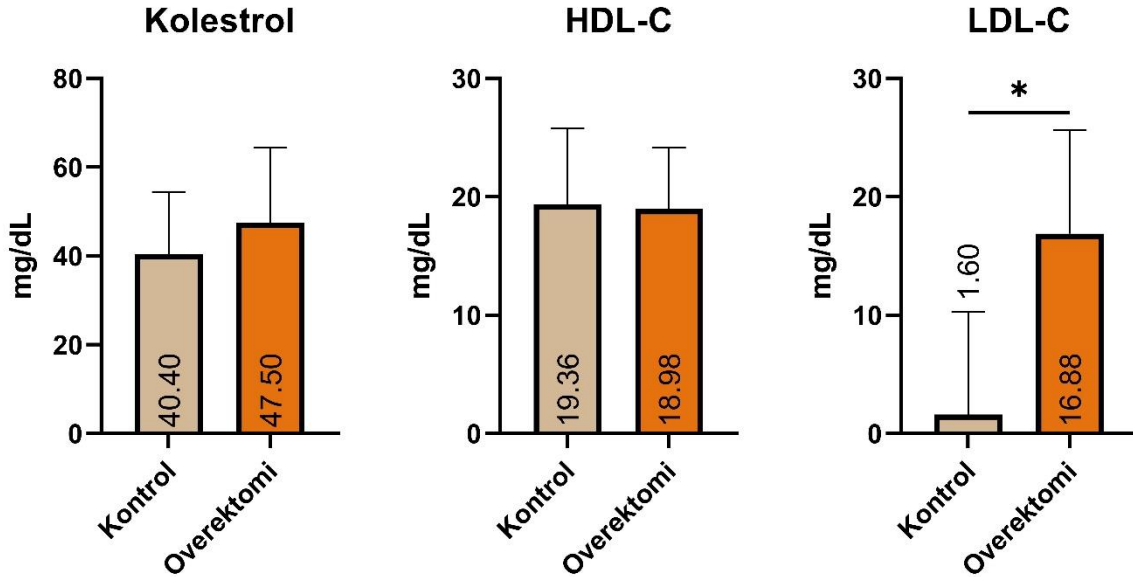
2.3. İstatistiksel Analiz

Çalışmada biyokimyasal parametrelerden elde edilen veriler ortalama $\pm$ standart sapma (SD) olarak verildi. Shapiro-Wilk testine göre normal dağılım gösterdiği belirlenen verilerin karşılaştırmasında bağımsız gruplar t-testi kullanıldı. Analizlerde ve grafiklerin oluşturulmasında GraphPad Prism® (Version 9.5.1, GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA) programından yararlanıldı. Elde edilen farklılıklar $p < 0.05$ düzeyinde ise anlamlı olarak kabul edildi.

3. BULGULAR

Elde edilen analiz sonuçlarına göre, kolesterol, HDL-C ve LDL-C verileri Şekil 1’de sunulmuştur. Kolesterol ve HDL-C seviyelerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilememiştir ($p > 0.05$). Ancak, LDL-C düzeylerine yönelik yapılan incelemede,

ovarietomi uygulanan grupta kontrol grubuna kıyasla anlamlı bir artışın olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).



Şekil 1. Ölçümleri yapılan total kolesterol, HDL-C ve LDL-C konsantrasyonlarının gruplara göre ortalama ve standart sapma değerlerinin değişimi. HDL-C: Yüksek yoğunluklu lipoprotein, LDL-C: Düşük yoğunluklu lipoprotein, * $p < 0.05$.

4. SONUÇ

Yapılan araştırma sonucunda, ovariectomi sonrası organizmada azalan östrojen ve progesteronun lipid profili üzerine olumsuz etkisi olduğunu yani bu hormonların yokluğu bazı metabolik hastalıklar için risk oluşturabileceği ortaya konulmuştur. Özellikle kötü kolesterol olarak adlandırılan LDL-C, çalışmamızda ovariectomi sonrasında anlamlı bir şekilde artış göstermesi östrojen ve progesteron hormonunun önemini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

- Ainslie, D. A., Morris, M. J., Wittert, G., Turnbull, H., Proietto, J., & Thorburn, A. W. (2001). Estrogen deficiency causes central leptin insensitivity and increased hypothalamic neuropeptide Y. *International Journal of Obesity* 2001 25:11, 25(11), 1680-1688. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801806>
- Antunes, I., Andersen, M., Alvarenga, T., & Tufik, S. (2007). Effects of paradoxical sleep deprivation on blood parameters associated with cardiovascular risk in intact and ovariectomized rats compared with male rats. *Behavioural Brain Research*, 176(2), 187-192. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2006.09.012>

- Camara, C., Zhou, L. yuan, Ma, Y., Zhu, L., Yu, D., Zhao, Y. wu, & Yang, N. hong. (2014). Effect of ovariectomy on serum adiponectin levels and visceral fat in rats. *Journal of Huazhong University of Science and Technology - Medical Science*, 34(6), 825-829. <https://doi.org/10.1007/S11596-014-1360-7>
- Diffenderfer, M. R., & Schaefer, E. J. (2014). The composition and metabolism of large and small LDL. *Current Opinion in Lipidology*, 25(3), 221-226. <https://doi.org/10.1097/MOL.0000000000000067>
- Eckel, R. H., Grundy, S. M., & Zimmet, P. Z. (2005). The metabolic syndrome. *Lancet (London, England)*, 365(9468), 1415-1428. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)66378-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)66378-7)
- Fan, J., Liu, Y., Yin, S., Chen, N., Bai, X., Ke, Q., Shen, J., & Xia, M. (2019). Small dense LDL cholesterol is associated with metabolic syndrome traits independently of obesity and inflammation. *Nutrition and Metabolism*, 16(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/S12986-019-0334-Y>
- Ho, S. C., Wu, S., Chan, S. G., & Sham, A. (2010). Menopausal transition and changes of body composition: a prospective study in Chinese perimenopausal women. *International Journal of Obesity* 2010 34:8, 34(8), 1265-1274. <https://doi.org/10.1038/ijo.2010.33>
- Koubaa-Ghorbel, F., Chaâbane, M., Jdidi, H., Turki, M., Makni-Ayadi, F., & El Feki, A. (2021). *Salvia officinalis* mitigates uterus and liver damages induced by an estrogen deficiency in ovariectomized rats. *Journal of Food Biochemistry*, 45(5), e13542. <https://doi.org/10.1111/JFBC.13542>
- Laudenslager, M. L., Wilkinson, C. W., Carlisle, H. J., & Hammel, H. T. (1980). Energy balance in ovariectomized rats with and without estrogen replacement. *The American journal of physiology*, 238(5), 400-405. <https://doi.org/10.1152/AJPREGU.1980.238.5.R400>
- Lé, B., & Wajchenberg, O. (2000). Subcutaneous and Visceral Adipose Tissue: Their Relation to the Metabolic Syndrome. *Endocrine Reviews*, 21(6), 697-738. <https://doi.org/10.1210/EDRV.21.6.0415>
- Mattsson, C., & Olsson, T. (2007). Estrogens and Glucocorticoid Hormones in Adipose Tissue Metabolism. *Current Medicinal Chemistry*, 14(27), 2918-2924. <https://doi.org/10.2174/092986707782359972>
- Meli, R., Pacilio, M., Raso, G. M., Esposito, E., Coppola, A., Nasti, A., Di Carlo, C., Nappi, C., & Di Carlo, R. (2004). Estrogen and Raloxifene Modulate Leptin and Its Receptor in Hypothalamus and Adipose Tissue from Ovariectomized Rats. *Endocrinology*, 145(7), 3115-3121. <https://doi.org/10.1210/EN.2004-0129>
- Milewicz, A. (2012). Menopausal obesity and metabolic syndrome - PolSenior study. *Minerva Endocrinologica*, 37(1), 93-101. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22382617>
- Misso, M. L., Jang, C., Adams, J., Tran, J., Murata, Y., Bell, R., Boon, W. C., Simpson, E. R., & Davis, S. R. (2005). Differential expression of factors involved in fat metabolism with age and the menopause transition. *Maturitas*, 51(3), 299-306. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2004.08.013>

- Navarese, E. P., Robinson, J. G., Kowalewski, M., Kołodziejczak, M., Andreotti, F., Bliden, K., Tantry, U., Kubica, J., Raggi, P., & Gurbel, P. A. (2018). Association Between Baseline LDL-C Level and Total and Cardiovascular Mortality After LDL-C Lowering: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA*, 319(15), 1566-1579. <https://doi.org/10.1001/JAMA.2018.2525>
- Okura, T., Koda, M., Ando, F., Niino, N., Ohta, S., & Shimokata, H. (2003). Association of polymorphisms in the estrogen receptor α gene with body fat distribution. *International Journal of Obesity*, 27(9), 1020-1027. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802378>
- Poehlman, E. T. (2002). Menopause, energy expenditure, and body composition. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 81(7), 603-611. <https://doi.org/10.1034/J.1600-0412.2002.810705.X>
- Rizzo, M., Kotur-Stevuljevic, J., Berneis, K., Spinas, G., Rini, G. B., Jelic-Ivanovic, Z., Spasojevic-Kalimanovska, V., & Vekic, J. (2009). Atherogenic dyslipidemia and oxidative stress: a new look. *Translational Research : The Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 153(5), 217-223. <https://doi.org/10.1016/J.TRSL.2009.01.008>
- Soo, B. C., Jin, S. J., & Park, S. (2005). Estrogen and exercise may enhance β -cell function and mass via insulin receptor substrate 2 induction in ovariectomized diabetic rats. *Endocrinology*, 146(11), 4786-4794. <https://doi.org/10.1210/EN.2004-1653>
- Subbiah, M. T. R. (1998). Mechanisms of Cardioprotection by Estrogens. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 217(1), 23-29. <https://doi.org/10.3181/00379727-217-44201>
- Sumino, H., Ichikawa, S., Yoshida, A., Murakami, M., Kanda, T., Mizunuma, H., Sakamaki, T., & Kurabayashi, M. (2003). Effects of hormone replacement therapy on weight, abdominal fat distribution, and lipid levels in Japanese postmenopausal women. *International Journal of Obesity*, 27(9), 1044-1051. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802371>
- Tchernof, A., Desmeules, A., Richard, C., Laberge, P., Daris, M., Mailloux, J., Rhéaume, C., & Dupont, P. (2004). Ovarian hormone status and abdominal visceral adipose tissue metabolism. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 89(7), 3425-3430. <https://doi.org/10.1210/JC.2003-031561>
- Turgeon, J. L., Carr, M. C., Maki, P. M., Mendelsohn, M. E., & Wise, P. M. (2006). Complex actions of sex steroids in adipose tissue, the cardiovascular system, and brain: Insights from basic science and clinical studies. *Endocrine reviews*, 27(6), 575-605. <https://doi.org/10.1210/er.2005-0020>

SÜREKLİ MIKNATISLI TÜBÜLER DC LİNEER MOTOR PARAMETLERİNİN BELİRLENMESİ

Öğr. Gör. Dr. Ziya DEMİRKOL

Kastamonu Üniversitesi, zdemirkol@kastamonu.edu.tr - 0000-0002-8617-3863

Doç. Dr. Uğur HASIRCI

Düzce Üniversitesi, ugurhasirci@duzce.edu.tr - 0000-0001-5419-5083

ÖZET

Bu çalışmada, sürekli mıknatıslı tübüler DC lineer motorun tasarımı yapılarak matematiksel modeli elde edilmiş ve parametreleri deneysel olarak belirlenmiştir. Öncelikle geliştirilen motorun yapısını gösteren tasarım detayları sunulmuş daha sonra parametrelerin tespitinde yararlanılan deneysel düzenekler verilmiştir. Prototipi üretilen motorun belirlenmesi gereken parametreleri statik kuvvet/akım oranı, armatür direnci, endüvi sargılarının endüktansı, hareketli birimin kütlesi ve viskoz sürtünme katsayısıdır. Deneysel düzende bir adet tübüler DC lineer motor, veri toplama kartı, motor sürücü devresi, makara sistemi ve bilgisayar kullanılmıştır. Deneysel düzeneklerden elde edilen veriler veri toplama kartı yardımıyla bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Böylece Matlab/Simulink ortamında oluşturulan sisteme parametre değerleri yazılarak simülasyon gerçekleştirilmiştir. Veriler bilgisayar ortamında Matlab/Simulink yazılım uygulaması ile değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: DC lineer motor, Sabit mıknatıs, modelleme, parametre belirleme.

ABSTRACT

In this study, a permanent magnet tubular DC linear motor is designed, its mathematical model is obtained and its parameters are determined experimentally. First, the design details showing the structure of the developed motor are presented and then the experimental setups used to determine the parameters are given. The parameters to be determined for the prototyped motor are static force/current ratio, armature resistance, inductance of the armature windings, mass of the moving unit and viscous friction coefficient. A tubular DC linear motor, data acquisition card, motor driver circuit, pulley system and computer were used in the experimental setup. The data obtained from the experimental setups were transferred to the computer environment with the help of the data acquisition card. Thus, the simulation was carried out by writing parameter values to the system created in the Matlab Simulink environment. The data were evaluated with Matlab/Simulink software application in the computer environment.

1. GİRİŞ

Bir sistemin matematiksel olarak modellenmesi kontrol sistemi geliştirmek için oldukça önem arz etmektedir. Sistemin matematiksel modeli, genellikle doğrusal diferansiyel fark denklemleri, ayrık zamanlı fark denklemleri, hibrit kombinasyon ya da durum-uzay modelinden yararlanarak elde edilen transfer fonksiyonundan oluşmaktadır. Fark denklemleri ve transfer fonksiyonu sistemlerin giriş ile çıkış arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Matematiksel model

oluşturmanın temel amacı uygulanan giriş değerlerine karşılık elde edilen çıkış değerlerinin gözlemlenmesidir. Başka bir deyişle sistemin davranışını tahmin etmektir [1] [2].

Bir sistemi tanımlamak için gerekli adımlar; deney düzeneklerinin oluşturulması, deneysel verilerin elde edilmesi, sistem modeli oluşturma, model uyum kriteri geliştirme, parametrelerin tahmin edilmesi ve son olarak model doğrulama işleminin gerçekleştirilmesi olarak sıralanabilir [2] [3]. Burada sistem modeli oluşturma ve parametrelerin belirlenmesi sistemin kontrol edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca parametre değerleri değiştirilerek sistemin tepkisi gözlemlenebilir ve böylece parametreler iyileştirilerek sistemin yüksek verimle çalışması sağlanır [4]. Matematiksel modeli oluşturulacak sistem dairesel hareket üreten geleneksel AC ya da DC motor olabildiği gibi DC ya da AC lineer motor da olabilir.

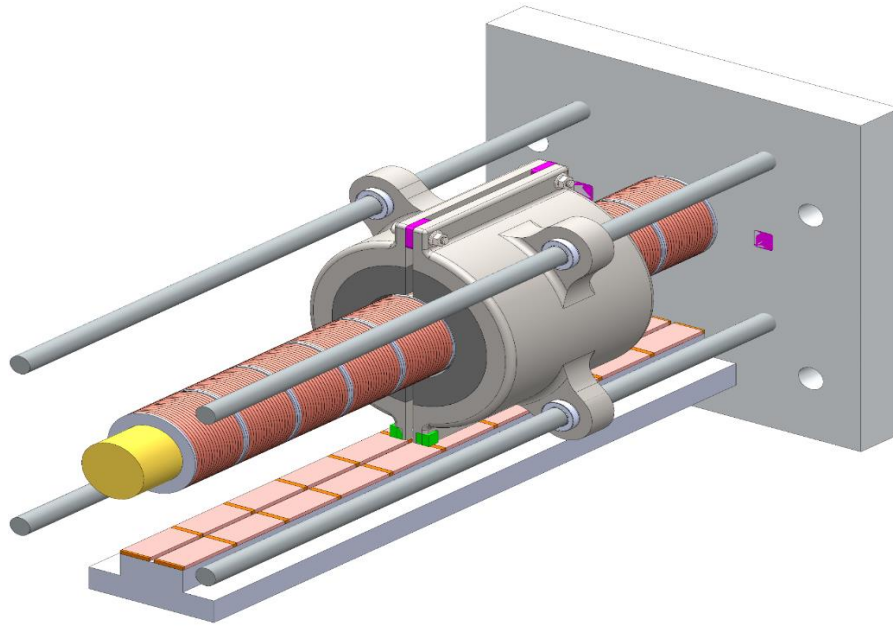
Lineer motorlar tıpkı dairesel hareket üreten geleneksel motorlar gibi elektrik enerjisini mekanik (hareket) enerjiye dönüştüren makinelerdir. Bu motorlar yapı olarak, dairesel hareket üreten motorların radyal bir şekilde kesilerek stator ve rotorlarının birbirine bakacak şekilde yerleştirilmesiyle elde edilmektedir [5]. Dairesel hareket üreten motorlar ile lineer motorlar arasındaki temel fark ürettikleri hareket türüdür. Dairesel hareket üreten motorlar rotasyonel hareket üretirken lineer motorlar doğrusal hareket üretmektedir [6]. Doğrusal hareket, endüstride çok sayıda uygulamada temel gereksinim vasfı taşır. En basitinden, günlük hayatta oldukça sık kullanılan konveyörler, hareket etmek için doğrusal hareket üreten sistemlere ihtiyaç duyarlar. Elektromekanik sistemlerle doğrusal hareket üretmek için temel olarak iki alternatif söz konusudur. Bunlardan ilki, geleneksel rotasyonel motorların miline sonsuz dişli ya da benzeri ilave ekipmanlar eklemek suretiyle dairesel hareketi dönüştürerek doğrusal hareket üretmektir. Bu alternatifin temel dezavantajları, ilave ekipmanların maliyeti ve meydana getirdiği kayıplardır. Doğrusal (lineer) motorlar ise, ekstra herhangi bir donanıma ihtiyaç duymaksızın doğrudan lineer hareket üretirler [7]. Günümüzde akıllı malzemelere dayalı lineer motorlar, geleneksel motorlara göre daha yüksek doğruluk ve güç yoğunluğu, daha az bakım ve daha az gürültü gibi önemli avantajlar sunabilmektedir. Lineer motorlar daha basittirler ve daha küçük bir kurulum gerektirirler [8].

Bu çalışmada laboratuvar ortamında prototipi üretilen tübüler DC lineer motorun matematiksel modeli oluşturularak parametreleri belirlenmiştir. Tübüler DC lineer motorun elektrik ve mekanik olmak üzere iki modeli oluşturulmuştur. Elektriksel modelin parametreleri ölçü aleti yardımıyla belirlenmiştir. Mekanik modelin parametreleri ise kurulan deney düzeneği yardımıyla belirlenmiştir.

2. TÜBÜLER DC LİNEER MOTORUN YAPISI VE MATEMATİKSEL MODELİ

Lineer motorların birçok üstünlüğünün yanı sıra iyileştirilmesi gereken bazı parametreleri bulunmaktadır. Bu parametreler; uzunluk sınırlaması, yüksek kuvvet/akım oranı ve daha uzun üretildiklerinde karmaşık kontrol devre kullanımı, dolayısıyla da maliyet artışı, olarak sıralanabilir. Şekil.1' perspektif görüntüsü verilen ve çift yanlı olarak geliştirilen tübüler DC lineer motor yüksek/kuvvet akım oranına sahip, geometrik yapısından dolayı ihtiyaç duyulan uzunlukta üretilebilmekte ve sahip olduğu fırça-kollektör düzeneği yardımıyla daha uzun tasarlandığında ilave elektronik devre kullanımını ortadan kaldırmaktadır. Geliştirilen motor hareketli ünite, sabit ünite, fırça-kollektör düzeneği ve motoru bir arada tutan destek

levhalarından oluşmaktadır. Sabit ünite silindirik yapıda nüve ve nüve üzerine sarılan 20 adet sargıdan oluşmaktadır. Hareketli ünite ise sağ ve sol olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Her iki kısmın iç yüzeylerinin iki tarafına aralarında mıknatıs uzunluğunda boşluk olacak şekilde iki adet neodmiyum tipi sabit mıknatıs yerleştirilmiştir. Aynı zamanda fırçalar hareketli ünite ile eşzamanlı hareket edecek biçimde hareketli ünitenin alt kısmına sabitlenmiştir. Hareketli ünitenin sürtünmesini azaltmak için rulman ve kılavuz milleri kullanılmıştır. Nüve ve hareketli ünitenin sağ-sol kısımları düşük karbonlu 1010 yumuşak çelikten üretilmiştir. Bobinlere enerji sağlayan fırça kollektör düzeneğinin kollektör dilimleri her biri sargılar ile aynı uzunlukta olacak biçimde motorun alt kısmında bulunan manyetik olmayan bir malzeme üzerine yerleştirilmiştir. Tübüler DC lineer motorun perspektif görünümü Görsel 1’de verilmiştir.



Görsel 1. Tübüler lineer DC motor perspektif görünüş.

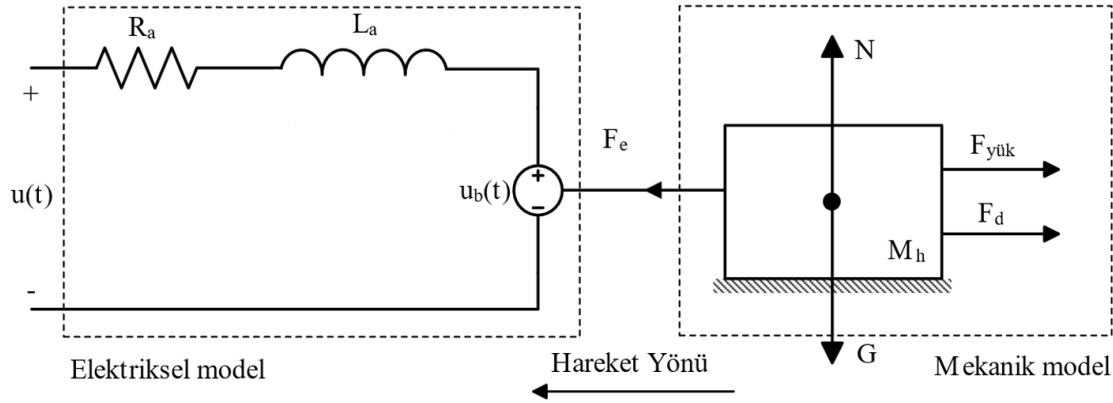
Sargıların ile kollektör dilimleri aynı uzunlukta ve karşılıklı olduklarından dolayı sadece manyetik alan içerisinde bulunan sargılar enerjilenmektedir. Manyetik alan içerisinde olup kuvvet üretimine katkı sağlayan sargılar görevlerini tamamladıktan sonra enerjileri kesilecektir. Geliştirilen motora ait fiziksel ölçüler Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Tübüler DC lineer motorun parametreleri.

Parametre	Değer (mm)
Nüve yarıçapı, r_1	25
Sargı toplam katman kalınlığı	8
Hava aralığı uzunluğu, l_g	12
Kalıcı mıknatıs yarıçapı, r_4	37
Kalıcı mıknatıs genişliği, w_m	50
Kalıcı mıknatıs uzunluğu, l_m	25

Sağ-sol nüve yarıçapı, r_5	82
Sağ-sol nüve uzunluğu	150

Bir sisteme ait matematiksel denklemler sistem modeli üzerinden elde edilebilir. Lineer motorlar da DC motorlar gibi elektriksel ve mekanik model olmak üzere iki kısımda incelenebilir. DC lineer motora ait eşdeğer devre Görsel 2’de verilmiştir.



Görsel 2. DC lineer motorun eşdeğer devresi.

Burada R_a armatür direncini, L_a armatür endüktansını, F_e elektriksel kuvveti, $u(t)$ motora uygulanan gerilimi, M_h hareketli ünitenin toplam kütesini ve F_d toplam sürtünme kuvvetini göstermektedir. Tübüler DC lineer motor eşdeğer devresinin elektriksel modeline Kirchhoff gerilimler yasası ve mekanik modeline ise, Newton’un ikinci hareket yasası uygulandığında sistemin matematiksel diferansiyel denklemleri

$$\frac{di_a(t)}{dt} = -\frac{R_a i_a(t)}{L_a} - \frac{Kv(t)}{L_a} + \frac{u(t)}{L_a} \quad (1)$$

$$\frac{dv(t)}{dt} = \frac{Ki_a(t)}{M_h} - \frac{\alpha v(t)}{M_h} \quad (2)$$

olarak yazılabilir. Denklem (1) ve Denklem (2) incelendiğinde motorun durum değişkenlerinin $i_a(t)$ ve $v(t)$ olduğu görülmektedir. Denklem (1) ve Denklem (2) matris formunda

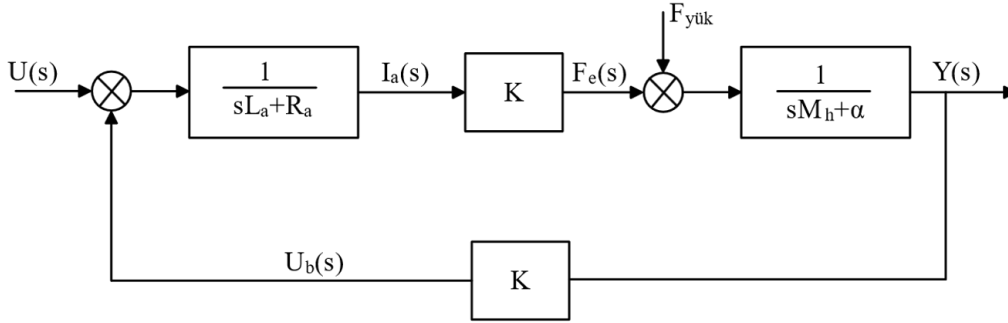
$$\begin{bmatrix} \frac{dv(t)}{dt} \\ \frac{di_a(t)}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{\alpha}{M_h} & \frac{K}{M_h} \\ -\frac{K}{L_a} & -\frac{R_a}{L_a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v(t) \\ i_a(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{L_a} \end{bmatrix} u(t) \quad (3)$$

$$y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v(t) \\ i_a(t) \end{bmatrix} \quad (4)$$

şeklinde yazılabilir. Buradan sistemin transfer fonksiyonu

$$T(s) = \frac{K}{s^2 + \left(\frac{\alpha}{M_h} + \frac{R_a}{L_a} \right) s + \frac{\alpha R_a + K^2}{M_h L_a}} \quad (5)$$

olarak elde edilir. Sistemin transfer fonksiyonu göz önünde bulundurulduğunda motorun blok şeması şekil 2.3'te gösterildiği gibi çizilebilir.



Görsel 3. DC lineer motorun Simulink blok şeması.

Motorun transfer fonksiyonu göz önünde bulundurulduğunda belirlenmesi gereken parametreler armatür direnci (R_a), armatür endüktansı (L_a), Statik kuvvet/akım oranı (K), hareketli ünitenin toplam kütlesi (M_h) ve viskoz sürtünme katsayısı (α)'dır.

3. MOTOR PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

3.1 Armatür Direnci (R_a), Armatür Endüktansı (L_a) ve Statik Kuvvet/Akım Oranı (K)'nın Belirlenmesi

Fırçalı olarak geliştirilen tübüler DC lineer motorun endüvi sargılarının endüktans ve armatür direnç değerleri Protek 506 dijital multimetre ile ölçülerek belirlenmiştir. Yapılan ölçüm sonucunda her bir sargının endüktans değeri 44,9 mH olarak ölçülürken ve direnç değeri ise sargılara enerji sağlayan fırça direnci dahil 17,6 Ω olarak ölçülmüştür. DC motorlarda üretilen kuvvet Lorentz Yasası ile analitik olarak hesaplanabilir. Lorentz Yasası

$$F = BNlI \quad (6)$$

Olarak yazılabilir. Burada F üretilen kuvveti, B hava aralığında oluşan manyetik akı yoğunluğunu, N sarım sayısını, I iletkende geçen akımı ve l ise manyetik alan içerisinde bulunan iletken uzunluğunu göstermektedir. Denklem (6)'da BNl ifadesi K ile gösterildiğinde $F = KI$ şeklinde yazılabilir. Burada K statik kuvvet/akım oranını temsil etmektedir [7]. Motorun yapısı göz önünde bulundurularak yapılan hesaplamalarda statik kuvvet/akım oranı analitik olarak 199 N/A ve Nümerik olarak bilgisayar ortamında 203 N/A olarak hesaplanmıştır.

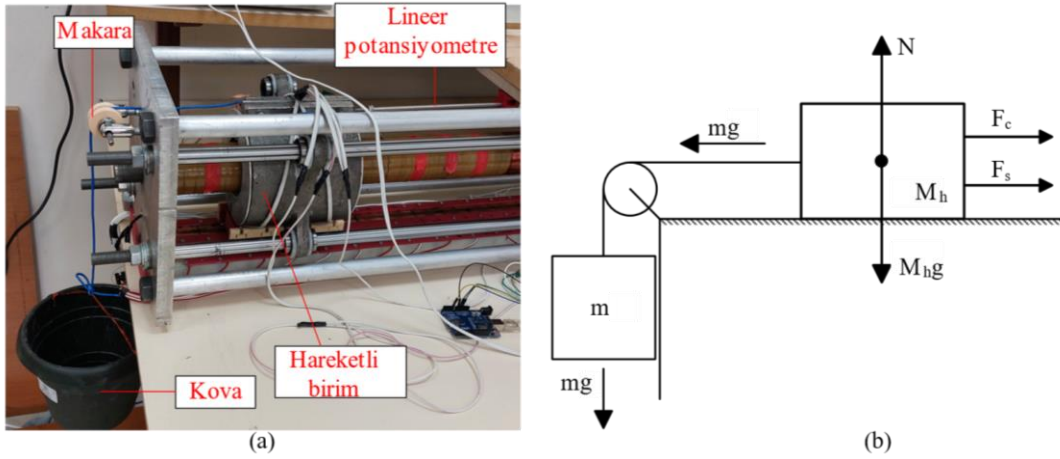
Deneyisel olarak motorun ürettiği statik kuvvet/akım oranını belirlemek için, öncelikle hareketli ünite sargılardan birinin başlangıç noktasına sabitlenmiştir. Uygulanan 1 A'lık akıma karşılık motorun ürettiği statik kuvvet değeri ölçülmüştür. Kuvvet ölçümü ZEMİC L6E loadcell yardımıyla ölçülmüştür. Ölçülen kuvvet değeri ağırlık sensör kuvvetlendirici yardımıyla Arduino Uno analog girişine uygulanarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Deneyisel ölçüm sonucunda motorun ürettiği statik kuvvet/akım oranı 193 N/A olarak belirlenmiştir.

3.2 Hareketli Ünitenin Kütlesi (M_h) ve Viskoz Sürütünme Katsayısı (α)'nın Belirlenmesi

Hareketli ünite sağ-sol nüve ve her bir nüve içine yerleştirilen kalıcı mıknatıslardan oluşmaktadır. Mıknatısların toplam ağırlığı terazi yardımıyla 5,24 kg ve sağ-sol nüvenin ağırlığı 10,64 kg olarak ölçülmüştür. Böylece hareketli ünitenin toplam ağırlığı (M_h) 15,88 kg olarak belirlenmiştir. Son olarak viskoz sürütünme katsayısı belirlenecektir. Viskoz sürütünme katsayısı

$$\alpha = \frac{mg - F_c}{v(t)} \quad (7)$$

Denklemleri yardımıyla hesaplanabilir. Burada α viskoz sürütünme katsayısını, m deney düzeneğinde kullanılan cismin kütlesini, F_c Coulomb sürütünme kuvvetini, g ise yer çekimi ivmesini ve $v(t)$ ise belirli bir yük altında sistemin kararlı hız değerini temsil etmektedir. Coulomb sürütünme kuvveti ve belli yük altındaki kararlı hız değerinin belirlenmesi için görsel 4'te verilen deneysel düzenek kurulmuştur.

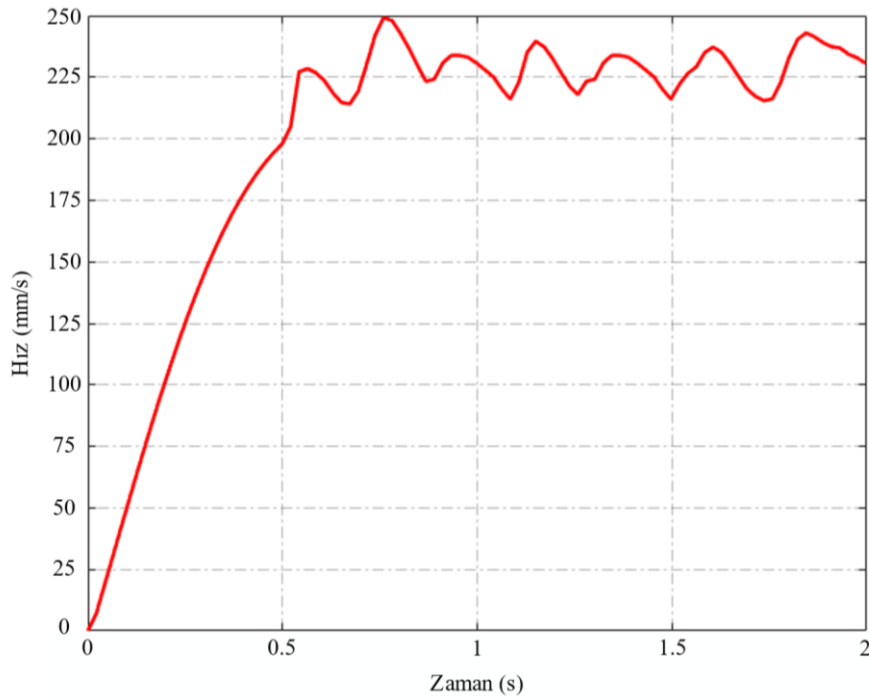


Görsel 1. Sürütünme kuvveti ölçme düzeneği (a) Deneysel (b) Model gösterimi.

Hareketli cismin temas ettiği yüzeye dik olarak etki eden Coulomb sürütünme kuvveti

$$F_c = mg \quad (8)$$

olarak ifade edilir. Burada m Görsel 4'te verilen makara sistemindeki kova ve içinde bulunan maddenin kütlesidir. Makaraya bağlı boş bir kovanın içerisine azar azar kum eklenerek hareketli ünitenin hareket ettiği andaki kova ve içindeki kumun kütlesi terazi yardımıyla 1,338 kg olarak belirlenmiştir. Denklem (8) yardımıyla Coulomb sürütünme kuvveti 13,12 N olarak belirlenmiştir. Motorun belli bir yük altındaki kararlı hız değerinin belirlenmesi için yine Görsel 4'te verilen düzenden yararlanılmıştır. Motora enerji verilmeden makaraya 3 kg'lık bir yük bağlandığında Görsel 5'te verilen hız-zaman eğrisi edilmiştir [10].



Görsel 2. Motorun 3 kg yük için hız tepkisi.

Buradan motorun 3 kg yük altında 0,23 m/s'lik kararlı hız değerine sahip olduğu görülmektedir. Belirlenen bu değerler Denklem (7)'de yerine yazıldığında sistemin viskoz sürtünme katsayısı 70,91 olarak belirlenmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada sabit mıknatıslı yüksek kuvvet/akım oranına sahip, lineer motorların uzunluk sınırlaması probleminde önemli bir çözüm sunan, ilave kontrol devrelerine ihtiyaç duymadan daha uzun üretilebilen, fırçalı ve uzun hareket alanına sahip özgün bir tübüler DC lineer tasarlanarak laboratuvar ortamında prototipi imal edilmiştir. Geliştirilen motorun kontrolü için gerekli parametreler belirlenmiştir. Parametrelerin bir kısmı ölçü aletleri yardımıyla belirlenirken bir kısmı için farklı deneysel düzenekler kurulmuştur. Parametrelerin belirlenmesiyle sistemin transfer fonksiyonu elde edilebilir ve gerekli kontrolör parametreleri tespit edilebilir.

KAYNAKÇA

- [1] Erdal, H., Doğan, B., Dc Motor Parametrelerinin Deney Tabanlı Belirlenmesi ve Parametre Belirleme Sonuçlarının İyileştirilmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 27(3), 2013.
- [2] Akagündüz, E., Cifdaloz, O. Dynamical System Parameter Identification Using Deep Recurrent Cell Networks, Neural Comput & Applic 33, 2021. <https://doi.org/10.1007/s00521-021-06271-5>
- [3] Rao, V.S.H., Yadaiah, N., Parameter Identification of Dynamical Systems, Chaos, Solitons & Fractals, 23(4), pp. 1137-1151, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2003.09.047>.

- [4] Rahman, N., Mat Yahya, N., System Identification for a Mathematical Model of DC Motor System. 30-35, 2022. 10.1109/I2CACIS54679.2022.9815461.
- [5] Eker, M., Adaptive Drive Element for PV Panel Cleaning System: Linear BLDC Motor, *Electrical Engineering*, 105, 407–417, 2023. <https://doi.org/10.1007/s00202-022-01680-8>
- [6] Jiang, Z., Park, J., Xu, D., Hwang, S., Analysis Method Development of Hybrid Linear Motor Considering Cogging Force Effect, *Actuators*, 12, 99, 2023. <https://doi.org/10.3390/act12030099>
- [7] Demirkol, Z., Hasirci, U., Demirci, R. Design, Implementation and Test of a Novel Cylindrical Permanent Magnet DC Linear Motor, *Energies*, April, 17, 4, 2023. <https://doi.org/10.3390/en16083491>
- [8] Ghenna, S., Bernard, Y., Daniel, L., Design and experimental analysis of a high force piezoelectric linear motor, *Mechatronics*, V. 89, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.mechatronics.2022.102928>
- [10] Demirkol, Z., Tübüler DC Lineer Motor Tasarımı ve Denetimi, Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce, 2023.

NANOPARTİKÜL TAKVİYESİNİN TEK BİNDİRMELİ BAĞLANTILARDA ÇENTİKLİ KOMPOZİT MALZEMELERİN ÇEKME DAVRANIŞLARINA ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Emin DEMİR

Batman Üniversitesi memindemir@batman.edu.tr - 0000-0001-9630-6378

Arş. Gör. Dr. Raşit Koray ERGÜN

Batman Üniversitesi rasitkoray.ergun@batman.edu.tr - 0000-0002-5440-0646

ÖZET

Bu çalışmada epoksi matris malzemesine farklı özellik ve oranlarda nanopartikül takviyesinin tek bindirmeli bağlantılarda çekme davranışlarına etkileri araştırılmıştır. ARC-152 epoksi yapıştırıcı ve W-152 sertleştirici malzemeleri kullanılarak tek bindirmeli bağlantılar oluşturulmuştur. Yapıştırıcı malzemeye %0.005, %0.010 ve %0.015 oranlarında Al_2O_3 , CuO ve MgO nanopartikülleri ilave edilmiştir. Tek bindirme bağlantılı tüm numuneler çekme testlerine tabi tutulmuştur. En yüksek çekme mukavemeti 6032.54 N olarak %0.015 oranında Al_2O_3 takviyeli tek bindirme bağlantılı numunelerde tespit edilmiştir. Takviyesiz üretilen kompozit malzemeler hariç olmak üzere en düşük çekme mukavemet değerleri ise 4492.47 N olarak %0.005 oranında MgO takviyeli tek bindirme bağlantılı numunelerde gözlemlenmiştir. Takviyesiz üretilen kompozit malzemelerin çentik bölgelerinden ve tek bindirme bağlantılı kompozit malzemelerin de yama bölgelerinden hasara uğradıkları ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler : Nanopartikül, çentikli, kompozit, çekme

EFFECT OF NANOPARTICLE REINFORCEMENT ON TENSILE BEHAVIOR OF NOTCHED COMPOSITE MATERIALS IN SINGLE LAP JOINTS

ABSTRACT

In this study, the effects of nanoparticle reinforcement with different properties and ratios on the epoxy matrix material on the tensile behavior of single lap joints were investigated. Single lap joints were composed using ARC-152 epoxy adhesive and W-152 hardener materials. Al_2O_3 , CuO and MgO nanoparticles were added to the adhesive material at the ratios of 0.005%, 0.010% and 0.015%. All samples with single lap joints were performed to tensile tests. The highest tensile strength was determined as 6032.54 N in single lap joint samples reinforced with

0.015% Al_2O_3 . Except for composite materials produced without reinforcement, the lowest tensile strength values were observed in single lap joint samples with 0.005% MgO reinforcement, as 4492.47 N. As a result, composite materials produced without reinforcement are damaged in the notch areas, and composite materials with single lap joints are damaged in the patch areas.

Keywords: Nanoparticle, notched, composite, tensile

1. GİRİŞ

Yapıştırma tekniği kullanılarak birleştirilen bağlantılarda homojen gerilme dağılımları gerçekleşmektedir. Bu teknik kullanılarak farklı özelliklere sahip malzemeler de kolaylıkla birleştirilebilir. Bu tür birleştirmeler tek ve çift bindirme bağlantılı olarak ayarlanabilir. Dolayısıyla yapıştırma tekniği havacılık, denizcilik, spor ve otomotiv gibi birçok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tek ve çift bindirme bağlantılarında yapıştırıcı mukavemeti büyük önem arz etmektedir. Literatürde, epoksi matris içerisine nanopartikül ilavesiyle tek ve çift bindirme bağlantılı yapılarda mukavemet arttırmak amacıyla çalışmalar yapılmıştır.

(Saraç vd., 2018) epoksi matris malzemesine Al_2O_3 , SiO_2 ve TiO_2 nanopartikülleri ekleyerek farklı uzunluklarda bindirme bağlantıları oluşturmuşlardır. Sonuç olarak nanopartikül takviyesi ile bindirme bağlantılarında çekme mukavemetinin arttığını tespit etmişlerdir [1]. (Zamani vd., 2021) araldite 2015 epoksi matris malzemesine farklı oranlarda grafen ve silika nanopartikülleri ekleyerek tek bindirmeli bağlantılar oluşturmuş ve statik testler uygulamışlardır. Sonuç olarak %0,5 ve %1 takviye oranlarında grafen katkılı tek bindirmeli bağlantılarda daha yüksek mukavemet değerleri elde etmişlerdir [2]. (Razavi vd., 2018) arkadaşları, yapıştırıcı malzeme içerisinde çok duvarlı karbon nanotüp ve nano- SiO_2 bulunmasının, bindirme bağlantı arıza modlarında arayüzey arızasının kohezif arızaya dönüştüğünü belirtmişlerdir. Karbon nanotüp ve nano- SiO_2 partikülleri hibrit olarak yapıştırıcı malzeme içerisine eklendiğinde, kayma mukavemet değerlerinin ve kopma uzamalarının sırasıyla %28 ve %36'ya kadar arttığını da tespit etmişlerdir [3]. (Bali ve Topkaya, 2023) grafen nanopartikül takviyeli yapıştırıcı malzemesinin tek bindirmeli bağlantılarda çekme yorulma davranışlarını araştırmışlardır. Sonuç olarak grafen nanopartikül oranının artmasıyla bağlantılarda çekme mukavemet değerlerinin arttığını gözlemlemişlerdir [4]. (Khashaba vd., 2015) SiC ve Al_2O_3 nanopartikül takviyeli bindirme bağlantılarının çekme davranışlarını araştırmışlardır. Sonuç olarak, çekme mukavemetlerinin SiC ve Al_2O_3 nanopartikül takviyeleri ile arttığını gözlemlemişlerdir [5]. (Li

vd., 2015) çalışmalarında yapıştırıcılara eklenen inorganik nanopartiküllerin moleküler yapılarını güçlendirdiğini ve yapıştırıcının bağlanma performanslarını iyileştirdiğini tespit etmişlerdir [6]. (Wang vd., 2011) arkadaşları silika nanopartiküllerinin epoksi matris malzeme yapısını ve özelliklerini geliştirerek yapışma kabiliyetini artırabildiğini ispatlamışlardır [7].

Bu çalışmada epoksi matris malzemesine farklı özellik ve oranlarda nanopartikül takviyesinin tek bindirmeli bağlantılarda çekme davranışlarına etkileri araştırılmıştır. Yapıştırıcı malzemeye %0.005, %0.010 ve %0.015 oranlarında Al_2O_3 , CuO ve MgO nanopartikülleri ilave edilmiştir. Tek bindirme bağlantılı tüm numuneler çekme testlerine tabi tutulmuştur.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Üretim Prosesi

Dost Kimya firmasından temin edilen cam fiber kumaşların özellikleri Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Cam fiber kumaşların özellikleri

Atkı elyaf	EC9 136x/6
Çözü elyaf	EC9 136x/8.9
Kalınlık	0.15 mm
Dokuma tipi	Plain
Ağırlık	200gr/m ²

ARC-152 kodlu çift komponentli epoksi reçine matris malzemesi ise ARC-Marin firmasından alınmıştır. Elle yatırma yöntemi ile 6 katmanlı olarak üretimleri gerçekleştirilen partikülsüz ve partikül takviyeli kompozit malzemeler ASTM D3039 standartlarına göre 250x25 mm ölçülerinde kesilerek deney numuneleri elde edilmiştir. Elde edilen deney numunelerine freze tezgahı kullanılarak çentikler açılmıştır. Çentikli deney numunesi Şekil 1.'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Çentikli deney numunesi

Tek bindirme bağlantılarında yama boyutları 40x25 mm olacak şekilde ayarlanmıştır. Yama yüzeylerine sürülen partikülsüz ve partikül takviyeli epoksi matris içerisindeki malzeme ağırlıkları Tablo 2.'de verilmiştir. Tablo 2.'de verilen malzeme ağırlıkları hassas terazi kullanılarak elde edilmiştir. Tek bindirme bağlantılı çentikli deney numunesi de Şekil 2.'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Tek bindirme bağlantılı çentikli deney numunesi

Tablo 2. Epoksi matris partikül ağırlıkları

	ARC-152 (gr)	W-152 (gr)	Partikül (gr)
Partikülsüz	8	2	0
%0.005 Al ₂ O ₃	7.996	1.999	0.005
%0.001 Al ₂ O ₃	7.992	1.998	0.01
%0.015 Al ₂ O ₃	7.988	1.997	0.015
%0.005 CuO	7.996	1.999	0.005
%0.01 CuO	7.992	1.998	0.01
%0.015 CuO	7.988	1.997	0.015
%0.005 MgO	7.996	1.999	0.005
%0.01 MgO	7.992	1.998	0.01
%0.015 MgO	7.988	1.997	0.015

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1. Çekme Deneyleri

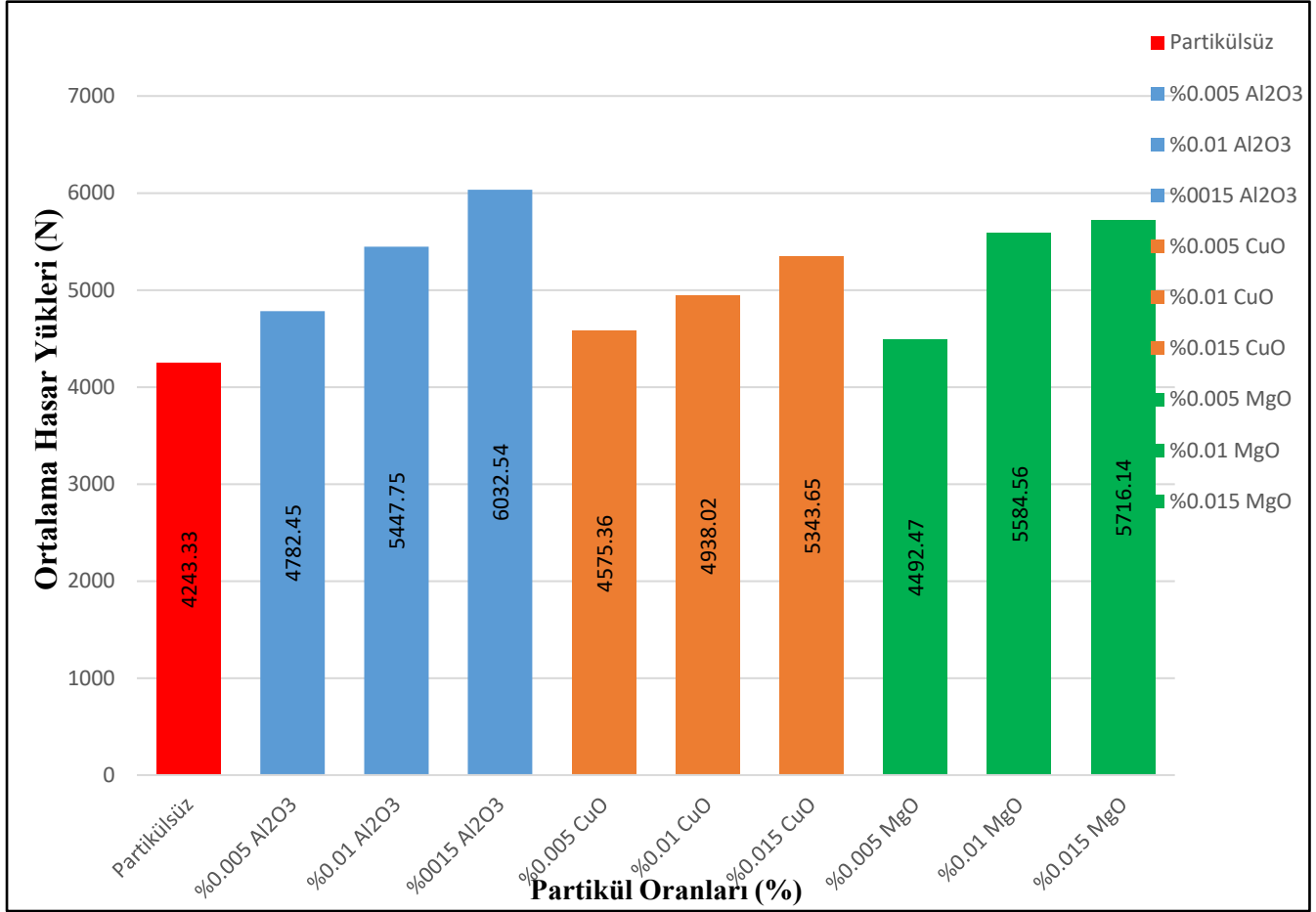
Üretilen kompozit malzemelerde erken kopmaları önlemek amacıyla uç kısımlara 40x25 mm ölçülerinde kesilen yamalar eklenmiştir. Çekme deneyleri Shimadzu marka AG-IC kodlu çekme cihazında 1 mm/dk sabit çekme hızında yapılmıştır. Her parametreden üçer numune hazırlanarak çekme deneyleri yapılmıştır. Çekme deneyleri sonucunda partikülsüz ve partikül takviyeli numunelerden elde edilen ortalama hasar yükleri Şekil 3.'te sütun grafik şeklinde verilmiştir.

Takviyesiz üretilen tek bindirme bağlantılı numunelere kıyasla takviyeli olarak üretilen tek bindirme bağlantılı numunelerde ortalama hasar yükleri yüzdelik artış oranları yaklaşık olarak Tablo 3.'te verilmiştir. Çekme mukavemet değerlerinde en yüksek artışlar %0.015 oranında Al₂O₃ takviyeli tek bindirme bağlantılı numunelerde %42 oranında, en düşük artışlar ise %0.005 oranında MgO takviyeli tek bindirme bağlantılı numunelerde %6 oranında gözlemlenmiştir.

Tablo 3. Ortalama hasar yükleri yüzdelik artış oranları

	Ortalama hasar yükleri (N)	Yüzdelik artış oranları (%)
%0.005 Al ₂ O ₃	4782.45	13
%0.01 Al ₂ O ₃	5447.75	28
%0.015 Al ₂ O ₃	6032.54	42
%0.005 CuO	4575.36	8
%0.01 CuO	4938.02	16

%0.015 CuO	5345.65	26
%0.005 MgO	4492.47	6
%0.01 MgO	5584.56	32
%0.015 MgO	5716.14	35



Şekil 3. Ortalama Hasar Yükleri(N) – Partikül Oranları(%)

Şekil 3.'te verilen değerler kıyaslandığında en yüksek çekme değerlerine 6032.54 N olarak %0.015 oranında Al₂O₃ takviyeli tek bindirme bağlantılı numunelerde ulaşılmıştır. Takviyesiz üretilen kompozit malzemeler hariç olmak üzere en düşük çekme mukavemet değerleri ise 4492.47 N olarak %0.005 oranında MgO takviyeli tek bindirme bağlantılı numunelerde gözlemlenmiştir.

Çekme deneyleri sonucunda kopan deney numuneleri ise Şekil 4. ve Şekil 5.'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Hasarlı çentikli deney numunesi



Şekil 5. Hasarlı tek bindirme bağlantılı çentikli deney numunesi

4. SONUÇLAR

Farklı oranlarda Al_2O_3 , CuO ve MgO nanopartikülleri ile takviyelendirilen epoksi matris malzemesinin tek bindirme bağlantılı yapılarda çekme davranışları deneysel olarak belirlenmiştir. Çekme deneylerinden elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

Al_2O_3 , CuO ve MgO nanopartikül takviyelenli epoksi matris ile yapıştırılan tek bindirme bağlantılı yapılarda çekme mukavemet değerleri, epoksi matrisine nanopartikül takviyesiyle artış göstermiştir. Maksimum çekme mukavemet değerleri ağırlıkça %0.015 oranında Al_2O_3 takviyeli tek bindirme bağlantılı kompozit yapılarda bulunmuştur.

Çekme deneylerinde nanopartikül takviyeli bütün tek bindirme bağlantılı kompozit yapıların, takviyesiz tek bindirme bağlantılı kompozit yapılara kıyasla daha fazla yük taşıdıkları tespit edilmiştir.

Nanopartikül takviyeli tek bindirme bağlantılı kompozit yapılarda çekme mukavemet değerlerindeki artışlara sebep olarak çok düşük yüzdelerde nanopartikül takviyesinin epoksi matris malzemede viskozite artırıcı etki yapmaması ve epoksi matris malzeme içerisinde birikmemesi gösterilebilir.

REFERANSLAR

- [1]. Saraç, 'I., Adin, H., Temiz, S. (2018) Experimental determination of the static and fatigue strength of the adhesive joints bonded by epoxy adhesive including different particles. *Composites Part B: Engineering*. 155:92-103.
- [2] Zamani, P., Jaamialahmadi, A., Da Silva, F.M.L. (2021) The influence of GNP and nano-silica additives on fatigue life and crack initiation phase of Al-GFRP bonded lap joints subjected to four-point bending. *Composites Part B*. 207:108589.
- [3] Razavi, S., Ayatollahi, M., Giv, A.N., Khoramishad, H. (2018) Single lap joints bonded with structural adhesives reinforced with a mixture of silica nanoparticles and multi walled carbon nanotubes. *International Journal of Adhesion and Adhesives*. 80:76-86.

- [4] Bali, G., Topkaya, T. (2023) Effect of graphene nano-particle reinforcement on the fatigue behavior of adhesively bonded single lap joints. *International Journal of Adhesion and Adhesives*. 120:103279.
- [5] Khashaba, U.A., Aljinaidi, A.A., Hamed, M.A. (2015) Development of CFRE composite scarf adhesive joints with SiC and Al₂O₃ nanoparticle. *Composite Structures*. 128:415–427.
- [6] Li, Z., Wang, J., Li, C., Gu, Z., Cheng, L., Hong, Y. (2015) Effects of montmorillonite addition on the performance of starch-based wood adhesive. *Carbohydrate. Polymers*. 115:394–400.
- [7] Wang, Z., Gu, Z., Hong, Y., Cheng, L., Li, Z. (2011) Bonding strength and water resistance of starch-based wood adhesive improved by silica nanoparticles. *Carbohydrate. Polymers*. 86(1):72–76.

THE FIRST PRINCIPLES STUDY WITH GGA AND GGA+mBJ FUNCTIONAL ON STRUCTURAL AND ELECTRONIC PROPERTIES OF HALF-HEUSLER LiAgTe COMPOUND

Doç. Dr. Abdullah Candan

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, acandan@ahievran.edu.tr, 0000-0003-4807-3017

Doç. Dr. Aytaç Erkişi

Pamukkale Üniversitesi, aerkisi@pau.edu.tr, 0000-0001-7995-7590

ABSTRACT

Some structural and electronic properties of the LiAgTe ternary half-Heusler compound with a face-centered cubic MgAgAs-type crystal structure, having space number 216 and conforming to the F-43m space group, have been investigated using the Generalized Gradient Approach (GGA) within the framework of Density Functional Theory. The enthalpies of formation calculated for three different structural phases of this compound (Type-I, Type-II, and Type-III) and the energy-volume plots fitted to the Birch-Murnaghan equation of state show that the Type-I structural phase is energetically more stable than the other two structural phases. The lattice constant, volume modulus, and the first derivative of the volume modulus concerning pressure were calculated as 6.619 Å, 37.8 GPa, and 5.55 for the Type-I phase, 6.412 Å, 39.9 GPa, and 4.38 for the Type-II phase and 6.548 Å, 43.6 GPa and 5.11 for the Type-III phase, respectively. To observe the electronic band structure of the LiAgTe ternary half-Heusler compound, two different methods were used in the calculations. The band gap calculated under the GGA approach was observed as 0.71 eV, while the corresponding gap calculated under the GGA + mBJ approach was observed as 1.73 eV. As a result of these values obtained with both approaches, it was concluded that this material has a semiconductor nature. However, it is seen that the mBJ approach is more precise in calculating the electronic properties and gives results closer to the experimental values. As a result of the electronic band calculations, it is understood that the LiAgTe compound has a semiconductor character with a direct transition bandgap and therefore may be a good candidate for some technological applications in the field of optoelectronics.

Keywords: Half-Heusler Compounds, Electronic Band Structure, Semiconductors.

GGA VE GGA + mBJ FONKSİYONELİ İLE YARI HEUSLER LiAgTe BİLEŞİĞİNİN YAPISAL VE ELEKTRONİK ÖZELLİKLERİNE İLİŞKİN İLK PRENSİPLER ÇALIŞMASI

ÖZET

Uzay numarası 216 olan ve F-43m uzay grubuna uyan yüzey merkezli kübik MgAgAs-tipi kristal yapısına sahip, LiAgTe üçlü yarı-Heusler bileşiğinin bazı yapısal ve elektronik özellikleri Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi çerçevesinde Genelleştirilmiş Gradient Yaklaşımı (GGA) kullanılarak incelenmiştir. Bu bileşiğin üç farklı yapısal fazı için (Tip-I, Tip-II ve Tip-III) hesaplanan oluşum entalpileri ve Birch-Murnaghan durum denklemine fit edilerek çizilen enerji-hacim grafikleri, Tip-I yapısal fazının enerjilik olarak diğer iki yapısal faza oranla daha kararlı bir faz olduğunu göstermiştir. Söz konusu hal denklemine fit edilerek çizilen enerji-hacim grafikleri yardımıyla, LiAgTe bileşiğinin örgü sabiti, hacim modülü ve hacim modülünün basınca göre birinci türevi, sırasıyla, Tip-I fazı için 6.619 Å, 37.8 GPa ve 5.55; Tip-II fazı için 6.412 Å, 39.9 GPa ve 4.38 ve Tip-III fazı için 6.548 Å, 43.6 GPa ve 5.11 olarak hesaplanmıştır. LiAgTe üçlü yarı-Heusler bileşiğinin elektronik bant yapısını gözlemleyebilmek için, hesaplamalarda iki farklı yöntem kullanılmıştır. GGA yaklaşımı altında hesaplanan bant aralığı 0.71 eV olarak gözlenirken, GGA + mBJ yaklaşımı altında hesaplanan ilgili aralık 1.73 eV olarak gözlenmiştir. Her iki yaklaşımla elde edilen bu değerler sonucunda bu malzemenin yarı iletken bir doğaya sahip olduğu kanaatine varılmıştır. Ancak elektronik özelliklerin hesaplanmasında mBJ yaklaşımının daha hassas ve deneysel değerlere daha yakın sonuçlar verdiği açıkça görülmektedir. Gerçekleştirilen elektronik bant hesaplamaları sonucunda, LiAgTe bileşiğinin doğrudan geçişli bant aralığına sahip bir yarı iletken karakteri olduğu ve bu nedenle opto-elektronik alanındaki bazı teknolojik uygulamalar için iyi bir aday olabileceği anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yarı-Heusler Bileşikler, Elektronik Band Yapısı, Yarı İletkenler.

1. INTRODUCTION

For a while, lithium-based half-Heusler compounds have attracted considerable attention from some scientists due to their interesting thermoelectric properties, often with large Seebeck coefficients, as well as their semiconductor behavior. These materials can be useful for many technological devices such as optoelectronics due to their thermoelectric properties and semiconductor characteristics mentioned above. Consequently, several experimental and theoretical investigations have been conducted on lithium-based half-Heusler compounds, as documented in the literature [1-4]. In this computational study, the structural stability, and the electronic characteristics of half-Heusler lithium-based silver telluride, have been examined in detail. Based on our understanding of the existing literature, there has not been a comprehensive investigation conducted on the structural stability and electronic properties of the LiAgTe

compound, which belongs to the half-Heusler family. Therefore, we focused on some physical properties of this novel half-Heusler compound to introduce a new material to materials science.

2. CALCULATION METHOD

Vienna AB Initio Simulation Package (VASP) was carried out in the calculations to determine which structural phase is most suitable for the relevant material and to investigate its electronic behavior within the scope of Density Functional Theory [5-9]. After detecting the most favorable structure, we used two approaches to achieve electronic band structure calculations, namely the classical Generalized Gradient Approach (GGA) [10] and the modified Becke-Johnson approximation of the meta-Generalized Gradient Approach (GGA+mBJ) [11]. For the Li, Ag, and Te atoms in the composition, valence electron configurations are $2s^1$, $5s^14d^{10}$, and $5s^24d^{10}5p^4$, respectively. Additionally, 500 eV cut-off energy value and $15 \times 15 \times 15$ Monkhorst-Pack k-point have been taken for the First Brillouin Zone computations [12]. For the optimization process, the atomic positions of the atoms were fully relaxed until the force on each atom was less than 10^{-7} eV/Å. Furthermore, to solve the Kohn-Sham equations iteratively, the successive change in the total energy has been chosen less than 10^{-8} eV.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

Initially, the mentioned composition was optimized successfully to find the most suitable atomic positions and lattice parameters in different types of structural phases which are Type-I, Type-II, and Type-III. For this crystal system, after this process, the formation enthalpies and some structural parameters were calculated and also detected that the most favorable phase is Type-I. Then, the electronic band structure, and the total and orbital projected partial density of states have been investigated in a suitable Type-I structural phase.

3.1. The Structural Stability

In the Type-I phase of the investigated crystal system, which is the most suitable energetically, Lithium (Li) atoms are positioned at 4b (0.5, 0.5, 0.5) whereas Silver (Ag) and Tellurium (Te) atoms are positioned at 4a (0, 0, 0) and 4c (0.25, 0.25, 0.25) with respectively. Also, for the Type-II and Type-III phases, the Wyckoff positions of the atoms are as follows: In the Type-II structure, Li atoms are located at 4c, Ag atoms are located at 4b whereas Te atoms are in the 4a position. In Type-III structure, Li atoms are located at 4b, Ag atoms are located at 4a whereas Te atoms are in the 4c location. The related material has a face-centered cubic crystal structure conforming F-43m space group with 216 space number, in all structural phases. The three-dimensional (3D) crystal structures for different types of phases of lithium-based silver telluride (LiAgTe) are presented in Fig.1.

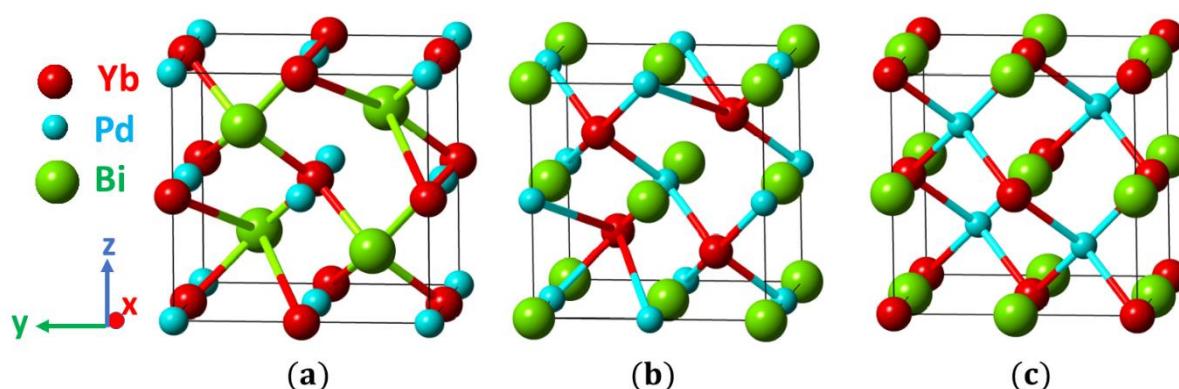


Figure 1. 3D (three-dimensional) crystal structures for (a) Type-I, (b) Type-II, and (c) Type-III phases.

Then, for each structural phase of the related material, we have plotted ground state energy-volume graphs by fitting the Birch-Murnaghan equation of state [13] and it is given in Fig.2. As can be seen from this plot, Type-I structure is the most suitable structural phase in energetically for this material. Furthermore, another important quantity is formation enthalpy (ΔH_f) [14]. The formation enthalpy must be negative to be thermodynamically stable and synthesizable. In our case, all the formation enthalpies are negative for each type of structure and the results can be seen from Table 1. The calculated formation enthalpy values prove that the Type-I phase is the most favorable for the related system and these results are suitable with energy-volume graphics.

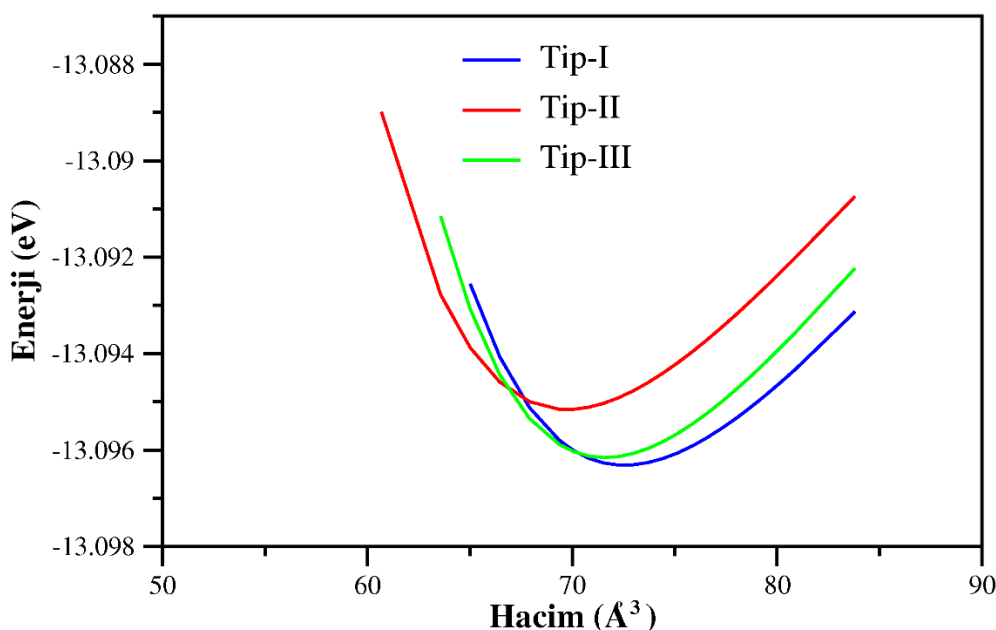


Figure 2. The energy of the primitive cell varies with volume for Type-I, Type-II, and Type-III structural phases.

Table 1. Some structural parameters of LiAgTe half-Heusler compound for Type-I, Type-II, and Type-III phases.

<i>F-43m</i>	Type	a_0 (Å)	B_0 (GPa)	B'_0	E_{top} (Ry)	ρ (g/cm ³)	ΔH_f (eV/atom)
	<i>Type – I</i>	6.619	37.8	5.55	-336.7192	6.622	-0.554
LiAgTe	<i>Type – II</i>	6.412	39.9	4.38	-336.6891	6.372	-0.416
	<i>Type – III</i>	6.548	43.6	5.11	-336.7153	6.525	-0.526

3.2. Electronic Properties

To understand the electronic characteristic of this half-Heusler-type material, the electronic band structure with density of state curves was plotted (Fig. 3 and Fig. 4) within two approximations which are classical GGA-PBE and GGA+mBJ. It is seen from the figures that the investigated system with two methods, has semiconductor behavior. The measured band gaps are 0.71 eV for the GGA-PBE approach and 1.73 eV for the GGA+mBJ approach over the Fermi Energy level. As seen from Fig.4, especially in the valence band, the highest contribution to the total density of the states comes from the 4*d* orbitals of Ag and the 5*p* orbitals of Te atoms. The other orbitals of atoms of this system don't affect enough its electronic characteristics.

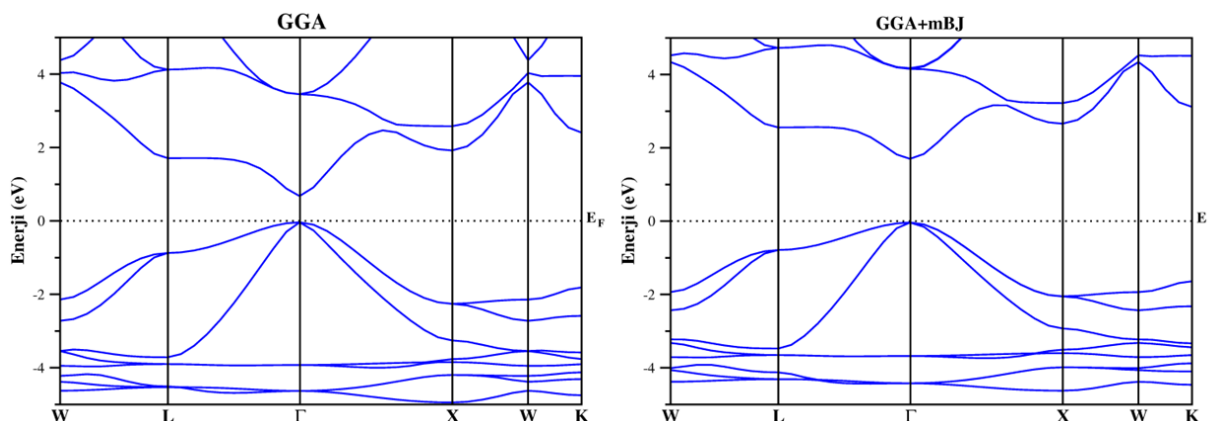


Figure 3. The observed electronic band structure within GGA and GGA + mBJ approximations.

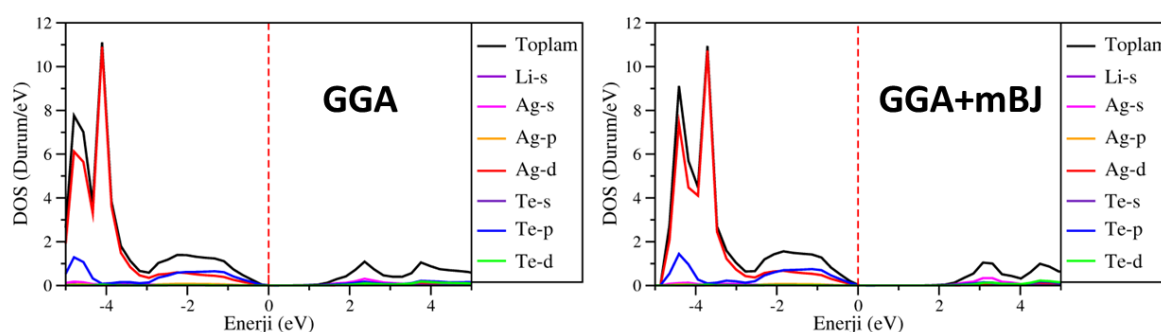


Figure 4. The total and orbital projected partial density of electronic states of atoms within classical GGA-PBE and GGA + mBJ approximations for LiAgTe compound.

4. CONCLUSION

In this study, the investigated Li-based half-Heusler compound (LiAgTe) has a face-centered cubic crystal structure conforming *F-43m* space group with 216 space number. For different types of structural phases, the calculated negative formation enthalpies and the plotted energy-volume graphs indicate thermodynamic stability and structural synthesizability and also prove

that the most favorable structure is Type-I energetically. Electronic band structure shows that the related material has semiconducting behavior in a suitable Type-I phase. Therefore, this compound can be a good candidate for optoelectronic applications due to have wide direct band gap ($E_g = 1.73$ eV within GGA+mBJ).

Acknowledgments

This research was supported by the Ahi Evran University Research Project Unit [Project number: TBY.A4.23.004].

REFERENCES

- [1] M.K. Yadav, B. Sanyal, First principles study of thermoelectric properties of Li-based half-Heusler alloys, *Journal of Alloys and Compounds*, 2015, 622, 388–393.
- [2] R. Ahmed, N.S. Masuri, B.U. Haq, A. Shaari, S. AlFaifi, F.K. Butt, M.N. Muhamad, M. Ahmed, S.A. Tahir, Investigations of electronic and thermoelectric properties of half-Heusler alloys XMgN ($X = \text{Li, Na, K}$) by first-principles calculations. *Mater. Des.* 2017, 136, 196–203.
- [3] H. Nowotny, K. Bachmayer, *Monatsch. Chem.* 81 (1950) 488.
- [4] P.K. Kamlesh, R. Gautam, S. Kumari, A.S.Verma, Investigation of inherent properties of XScZ ($X = \text{Li, Na, K}$; $Z = \text{C, Si, Ge}$) half-Heusler compounds: appropriate for photovoltaic and thermoelectric applications, *Physica B*, 2021, 615, 412536.
- [5] G. Kresse, J. Hafner, Ab initio molecular dynamics for liquid metals, *Phys. Rev. B* 47 (1993) 558–561.
- [6] 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.
- [7] P. Hohenberg, W. Kohn, Inhomogeneous electron gas, *Phys. Rev.* 136 (1964), B864–B871.
- [8] W. Kohn, L.J. Sham, Self-consistent equations including exchange and correlation effects, *Phys. Rev.* 140 (1965) A1133–A1138.
- [9] P.E. Blochl, Projector augmented-wave method, *Phys. Rev. B* 50 (1994) 17953–17979.
- [10] J.P. Perdew, K. Burke, M. Ernzerhof, Generalized gradient approximation made simple, *Phys. Rev. Lett.* 77 (1996) 3865–3868.
- [11] F. Tran, P. Blaha, Accurate band gaps of semiconductors and insulators with a semilocal exchange-correlation potential, *Phys. Rev. Lett.* 102 (2009), 226401.
- [12] H. J. Monkhorst and J. D. Pack, “Special points for Brillouin-zone integrations” *Phys. Rev. B* 13 (1976) 5188-5192.
- [13] F. Birch, Finite elastic strain of cubic crystals, *Phys. Rev.* 71 (1947) 809–824.
- [14] E. Zhao, Z. Wu, Electronic and mechanical properties of 5d transition metal mononitrides via first principles, *J. Solid State Chem.* 181 (2008) 2814–2827.

THE STRUCTURAL, ELECTRONIC, AND ELASTIC PROPERTIES OF LITHIUM BASED Li_2MgSn HEUSLER ALLOY

Doç. Dr. Abdullah Candan

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, acandan@ahievran.edu.tr, 0000-0003-4807-3017

Doç. Dr. Aytaç Erkişi

Pamukkale Üniversitesi, aerkisi@pau.edu.tr, 0000-0001-7995-7590

ABSTRACT

The main physical properties of the Li_2MgSn ternary Heusler alloy, such as structural, electronic, and elastic properties, have been studied by means of density functional theory in a first-principles approach. In all calculations, the generalized gradient approximation parameterized according to Perdew-Burke-Ernzerhof is used. For Li_2MgSn alloy under different volumes, the total energies were calculated separately for L_{21} type (AlCu_2Mn type) and XA type (CuHg_2Ti type) crystal structures. In the light of the findings, it was observed that this structure is energetically more stable due to the lower total energy of the XA-type crystal structure compared to the L_{21} -type crystal structure. In addition, the energy-volume plots were fitted to the Birch-Murnaghan equation to determine structural parameters such as the volume modulus at equilibrium (B) and the first derivative of the volume modulus with respect to pressure (dB/dP), as well as to obtain the lattice constant (a) at equilibrium. Electronic band calculations for the Li_2MgSn alloy showed that this alloy has a metallic character in both crystal structures. Then, within the scope of the elastic properties of the alloy, firstly, the single-crystal elastic constants C_{11} , C_{12} ve C_{44} , which are defined for a cubic crystal system, were calculated with the help of the stress-strain approach. Since the obtained elastic constants met the Born stability criteria given for cubic crystals, it was concluded that the Li_2MgSn ternary Heusler alloy examined was mechanically stable. Finally, some mechanical parameters such as bulk modulus (B), shear modulus (G), Young's modulus (E), B/G ratio, Debye temperature (Θ_D), and melting temperature (T_m), which are very important for a crystal structure, were estimated with the help of C_{11} , C_{12} ve C_{44} elastic constants.

Keywords: Heusler Alloys, Crystal Structure, Elastic Constants.

LİTYUM BAZLI Li_2MgSn HEUSLER ALAŞIMININ YAPISAL, ELEKTRONİK VE ELASTİK ÖZELLİKLERİ

ÖZET

Li_2MgSn üçlü Heusler alaşımının yapısal, elektronik ve elastik özellikleri gibi temel fiziksel özellikleri, ilk prensipler yaklaşımı içerisinde yoğunluk fonksiyonel teorisi yardımıyla

incelenmiştir. Tüm hesaplamalarda, Perdew-Burke-Ernzerhof'a göre parametrelendirilen genelleştirilmiş gradient yaklaşımı kullanılmıştır. Li_2MgSn alaşımı için farklı hacimler altında, hem L2_1 tipi (AlCu_2Mn tip) hem de XA tipi (CuHg_2Ti tip) kristal yapıları için ayrı ayrı toplam enerjiler hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular ışığında, L2_1 tipi kristal yapısına oranla, XA tipi kristal yapının toplam enerjisinin daha düşük olması nedeniyle enerjilik olarak bu yapının daha kararlı olduğu görülmüştür. Ayrıca, denge durumundaki hacim modülü (B) ve hacim modülünün basınca göre birinci türevi (dB/dP) gibi yapısal parametreleri belirlemek ve aynı zamanda denge durumundaki örgü sabitini (a) elde edebilmek için çizilen enerji-hacim grafikleri Birch-Murnaghan denkleminde fit edilmiştir. Li_2MgSn alaşımı için gerçekleştirilen elektronik bant hesaplamaları sonucunda, bu alaşımın her iki kristal yapıda da metalik karaktere sahip olduğu görülmüştür. Daha sonra, söz konusu alaşımın elastik özellikleri kapsamında, ilk olarak kübik yapı bir kristal sistem için tanımlı olan C_{11} , C_{12} ve C_{44} tek kristal elastik sabitleri zor-zorlanma yaklaşımı yardımıyla hesaplanmıştır. Elde edilen elastik sabitler, kübik kristaller için verilen Born stabilite kriterlerini sağladığı için incelenen Li_2MgSn üçlü Heusler alaşımının mekaniksel olarak kararlı olduğu sonucuna varılmıştır. Son olarak, bir kristal yapı için çok önemli olan hacim modülü (B), kayma modülü (G), Young modülü (E), Pugh oranı (B/G), Debye sıcaklığı (θ_D) ve erime sıcaklığı (T_m) gibi bazı mekaniksel parametreler de elde edilen C_{11} , C_{12} ve C_{44} elastik sabitleri yardımıyla tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Heusler Alaşımlar, Kristal Yapı, Elastik Sabitler.

5. INTRODUCTION

Among Heusler-type alloys, Li-based compounds have been attracting more attention by the groups that study material science due to their interesting physical properties and high potential for many technological applications such as thermoelectric, optoelectronic, spintronics, and photovoltaic applications [1-4]. For this reason, there are many experimental and theoretical studies in the literature on Li-based Heusler alloys [5-7]. As far as we know, there has not been an extensive study specifically focusing on the electronic and elasticity properties of the specified Heusler alloy, save from the calculation of its formation energy and lattice parameter using Ab initio simulation methods [8]. Therefore, we focused on some physical properties of this novel Heusler compound to introduce a new material to materials science.

6. CALCULATION METHOD

The simulations utilized the Vienna AB Initio Simulation Package method, operating within the Density Functional Theory [9-13] framework with the Generalized Gradient Approximation (GGA). The atoms in the described composition were assigned pseudo-potentials of the Perdew, Burke, and Ernzerhof (PBE) type [14]. The valence electron configurations of Li, Mg, and Sn atoms in the favorable XA crystal structure are $2s^1$, $3s^2$ and $5s^24d^{10}5p^2$, respectively. For the First Brillouin Zone computations, $15 \times 15 \times 15$ Monkhorst-Pack [15] k-point has been chosen and the taken cut-off energy value is 500 eV. The optimization process was continued until suitable atomic positions for the atoms and the force applied to each atom was less than 10^{-7}

eV/Å. For the iterative Kohn-Sham solutions, the total energy was considered to have converged when the change in energy between successive iterations was less than 10^{-8} eV.

7. RESULTS AND DISCUSSIONS

In this study, firstly, Li_2MgSn Heusler alloy was optimized to determine the most suitable atomic positions and lattice parameters in different types of crystal structures which are L_{21} and XA types. Then, for the relevant system, the formation enthalpy values and some structural parameters were calculated and detected to a more suitable phase XA type (CuHg_2Ti type). Subsequently, an examination was conducted on the electronic characteristics and certain mechanical properties in the very advantageous XA-type structural phase.

7.1. The Stable Crystal Structure

The crystal system investigated in the presented study has two types of structure which are XA type and L_{21} type. XA type is known as CuHg_2Ti type and conforms to the $\text{Fm-}43\text{m}$ space group with 216 space number whereas the L_{21} type is known as AlCu_2Mn type and conforms to the $\text{Fm-}3\text{m}$ space group with 225 space number. In the XA crystal structure, lithium (Li) atoms are positioned at the 4a (0, 0, 0) and 4d (0.75, 0.75, 0.75) coordinates, while magnesium (Mg) and tin (Sn) atoms are positioned at the 4b (0.5, 0.5, 0.5) and 4c (0.25, 0.25, 0.25) coordinates, respectively. Also, in the L_{21} type crystal structure, the Wyckoff positions of the atoms are as follows: Li atoms are positioned at 4a and 4b locations whereas Mg and Te atoms are located at 4c and 4d, respectively. The three-dimensional (3D) crystal shapes for two different types of crystal systems are given in Fig.1.

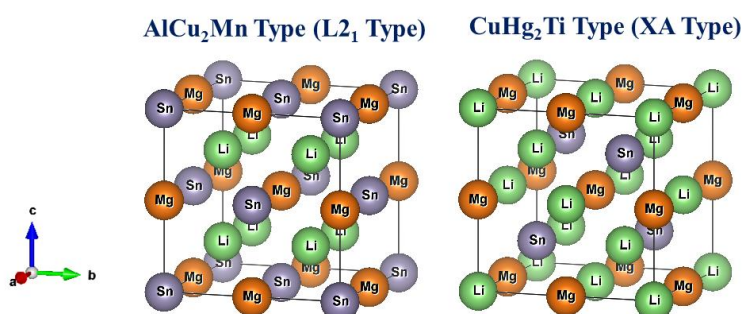


Figure 1. 3D (three-dimensional) crystal shapes for L_{21} type and XA type.

For the investigated material in each crystal structure, the ground state energy-volume graphs were plotted using the Birch-Murnaghan equation of state [16] as can be seen in Fig.2. From the relevant graphic, it can be understood that XA type crystal system is more suitable in energetically for this compound. Also, formation enthalpy (ΔH_f) [17] values, which are important quantities for thermodynamic stability and structural synthesizability, were calculated for each structure, and as can be seen from the results in Table 1, the mentioned values are obtained negative.

Table 1. Some structural parameters of Li_2MgSn Heusler alloy for L_{21} and XA type structures.

Compound	Type	a_0 (Å)	B_0 (GPa)	B'_0	ρ (g/cm ³)	ΔH_f (eV/f.u.)

Li ₂ MgSn	<i>Fm-3m</i>	6.695	33.4	3.75	3.473	-1.32
	<i>F-43m</i>	6.796	36.9	4.43	3.321	-1.33

Then, it can be concluded that the calculated negative formation enthalpies and the plotted energy-volume graphs are in accordance with each other.

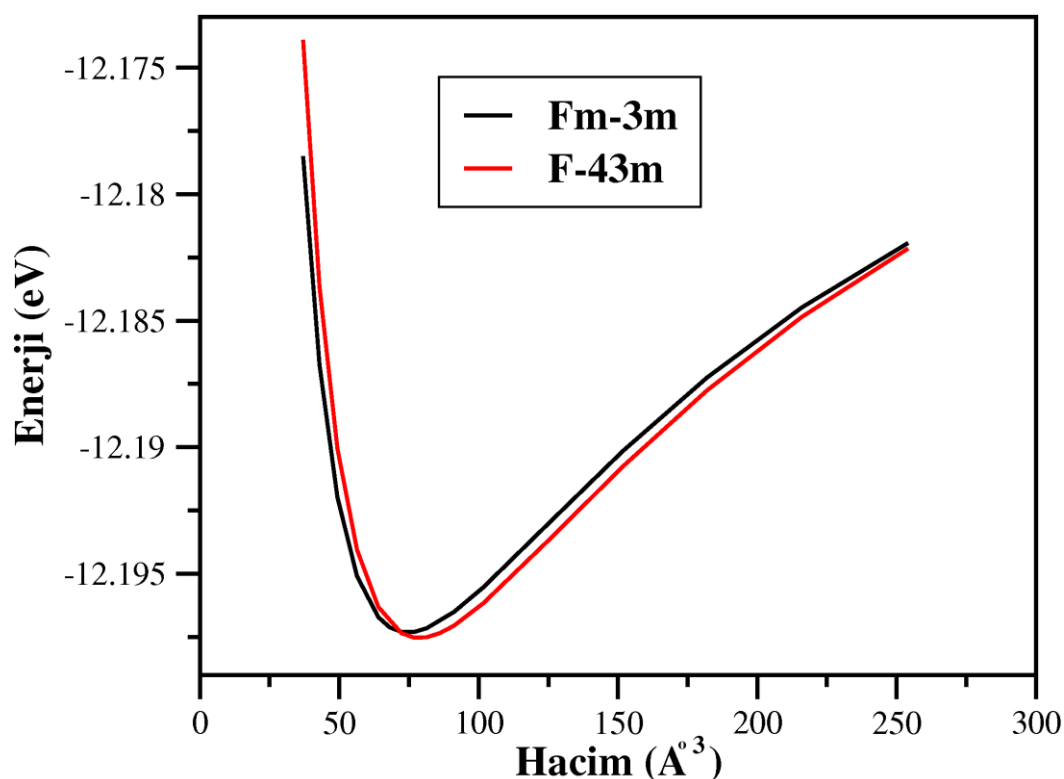


Figure 2. The total energies of the primitive cell vary with volume for crystal structures of L21 and XA types.

7.2. Electronic Properties

To determine the electronic behavior of the given system, the electronic band structure (Fig.3) with density of state (Fig. 4) plots were drawn within the classical GGA-PBE approximation. It is seen from the related figures that this crystal system has metallic behavior due to having no band gap between valence and conduction bands. As seen from Fig. 4 in the valence band and around the Fermi level, the *p* orbitals of tin (Sn) atoms are dominant. Also, all orbitals of atoms give almost similar contributions to the total density of states in the conduction band.

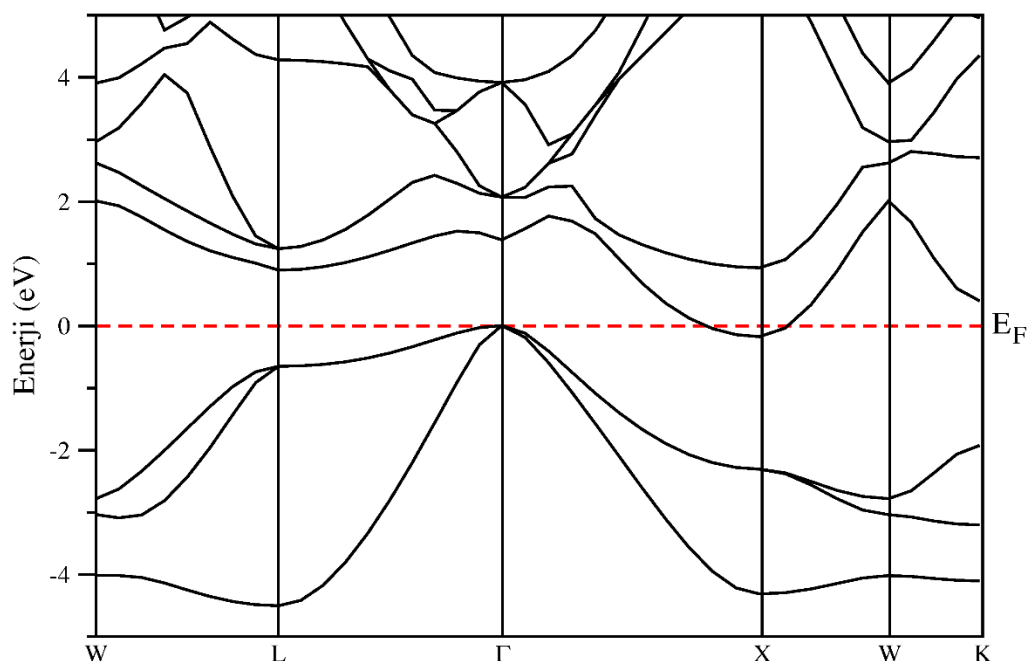


Figure 3. The electronic band structure was observed using the GGA-PBE approximation.

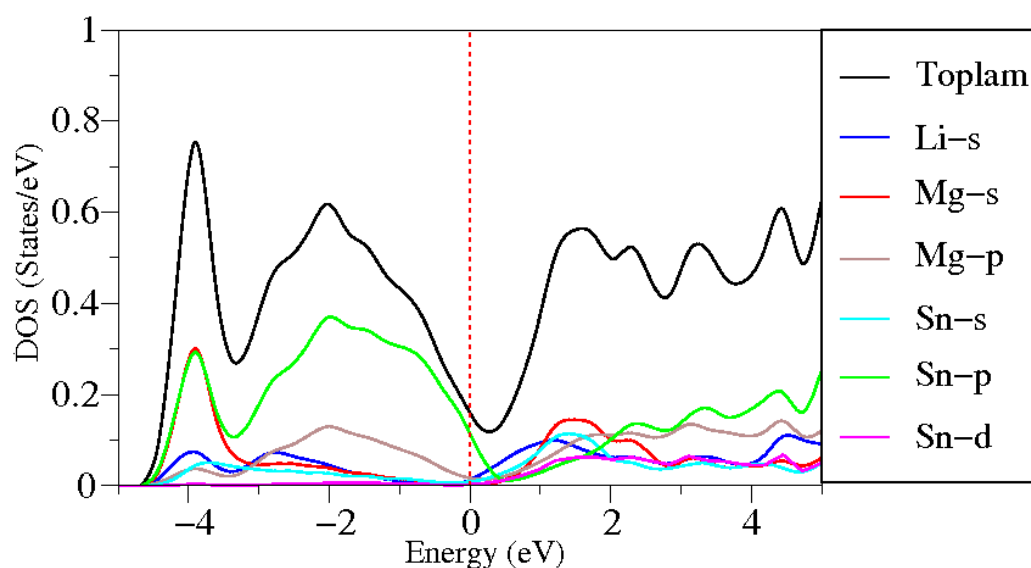


Figure 4. The total and orbital projected partial density of electronic states of atoms within classical GGA-PBE approximation for Li_2MgSn compound.

7.3. Elasticity Properties

Mechanical properties are vital for any material to be used in various technological fields. Cubic crystals have three independent elastic constants. These constants were estimated using the stress-strain method for the cubic crystal system of interest (Table 2). The computed elastic constants satisfy all the Born-Huang stability criteria [18]. All the other estimated mechanical properties from the elastic constants are tabulated in Table 3. As can be seen from the table,

Pugh's ratio (B/G) [19] which is less than 1.75 critical value, indicates the brittleness of our material.

Table 2: The calculated elastic constants for cubic Li_2MgSn .

C_{11} (GPa)	C_{12} (GPa)	C_{44} (GPa)	C_p (GPa)
49.37	30.93	45.07	-14.14

Table 3: The predicted some mechanical properties for cubic Li_2MgSn .

B (GPa)	G_V (GPa)	G_R (GPa)	G (GPa)	B/G	E (GPa)	ν	T_M (K)	θ_D (K)
37.08	30.73	17.64	24.19	1.53	59.59	0.23	845	330

8. CONCLUSION

In the presented computational study, the ternary Heusler type Li_2MgSn alloy was examined in two different type crystal structures which are XA type conforming F-43m space group and $L2_1$ type conforming Fm-3m space group. The formation enthalpy calculations and the energy-volume plots for Li_2MgSn Heusler alloy indicate that the energetic stability is higher in the type structure than the other. Also, this composition is thermodynamically stable and structurally synthesizable due to having negative formation energy values for both crystal structures. Then, the metallic behavior was observed from the calculated electronic band structure and the plotted density of states. Furthermore, the calculated elastic constants indicate mechanical stability and brittle character. The mentioned material above can be used in many civil and military applications involving high-stress rate loadings, especially due to its mechanical stability and brittleness.

Acknowledgments

This research was supported by the Ahi Evran University Research Project Unit [Project number: TBY.A4.23.004].

REFERENCES

- [1] D. Stoiber, M. Bobnar, P. Hohn, R. Niewa, Lithium alkaline earth tetrelides of the type Li_2AeTt (Ae = Ca, Ba, Tt = Si, Ge, Sn, Pb): synthesis, crystal structures and physical properties, *Z. Naturforsch.* 2017, 72, 847–853.
- [2] F. Dahmane, D. Mesri, B. Doumi, A. Tadjer, B. Abbar, A. Yakoubi, M. Boutaleb, H. Aourag, Ab Initio Investigation of Half-Metallic Behaviour in the Full-Heusler X_2MnGe (X = Sc, Fe, Ni), *J Supercond Nov Magn*, 2015, 28, 2063–2069.
- [3] Q. Yua, H. M. Huanga, S. T. Xuea, R. Tonga, and S. J. Luoa, Structural Configuration and Phase Stability in Heusler Alloys Mn_2YSb (Y = Os, Pt), *Physics of Metals and Metallography*, 2022, 123, 1335–1342.
- [4] S. Hebri, A.-B. Abdelli, N. Belfedal, D. Bensaid, Investigating the structural, electronic, and elastic properties of Li-based quaternary Heusler alloy semiconductors using hybrid functional – HSE06 bandgap recalculations, *Inorganic Chemistry Communications*, 2023, 150, 110479.
- [5] M.K. Yadav, B. Sanyal, First principles study of thermoelectric properties of Li-based half-Heusler alloys, *Journal of Alloys and Compounds*, 2015, 622, 388–393.
- [6] R. Ahmed, N.S. Masuri, B.U. Haq, A. Shaari, S. AlFaifi, F.K. Butt, M.N. Muhamad, M. Ahmed, S.A. Tahir, Investigations of electronic and thermoelectric properties of half-Heusler alloys XMgN (X = Li, Na, K) by first-principles calculations. *Mater. Des.* 2017, 136, 196–203.
- [7] P.K. Kamlesh, R. Gautam, S. Kumari, A.S.Verma, Investigation of inherent properties of XScZ (X = Li, Na, K; Z = C, Si, Ge) half-Heusler compounds: appropriate for photovoltaic and thermoelectric applications, *Physica B*, 2021, 615, 412536.
- [8] The Open Quantum Materials Database (OQMD) (<https://oqmd.org/materials/entry/734854>) (Erişim tarihi: 16.12.2023)
- [9] G. Kresse, J. Hafner, Ab initio molecular dynamics for liquid metals, *Phys. Rev. B* 47 (1993) 558–561.
- [10] 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.
- [11] P. Hohenberg, W. Kohn, Inhomogeneous electron gas, *Phys. Rev.* 136 (1964), B864–B871.
- [12] W. Kohn, L.J. Sham, Self-consistent equations including exchange and correlation effects, *Phys. Rev.* 140 (1965) A1133–A1138.
- [13] P.E. Blochl, Projector augmented-wave method, *Phys. Rev. B* 50 (1994) 17953–17979.

- [14] J.P. Perdew, K. Burke, M. Ernzerhof, Generalized gradient approximation made simple, Phys. Rev. Lett. 77 (1996) 3865–3868.
- [15] H. J. Monkhorst and J. D. Pack, “Special points for Brillouin-zone integrations” Phys. Rev.B 13 (1976) 5188-5192.
- [16] F. Birch, Finite elastic strain of cubic crystals, Phys. Rev. 71 (1947) 809–824.
- [17] E. Zhao, Z. Wu, Electronic and mechanical properties of 5d transition metal mononitrides via first principles, J. Solid State Chem. 181 (2008) 2814–2827.
- [18] Y.L. Page, P. Saxe, Symmetry-general least-squares extraction of elastic coefficients from ab initio total energy calculations, Phys. Rev. B 63 (2001), 174103.
- [19] S.F. Pugh, XCII. Relations between the elastic moduli and the plastic properties of polycrystalline pure metals, Lond. Edinb. Dubl. Phil. Mag. 45 (1954) 823–843.

DIŞ İSKELETLERDE KULLANILAN TAHRİK TEKNOLOJİLERİ

Arş.Gör.Dr. Melih CANLIDİNCİ

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, melih.canlidinc@dpu.edu.tr - 0000-0002-4011-9490

Dr.Öğr.Üyesi, Mustafa GÜLEŞEN

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, mustafa.gulesen@dpu.edu.tr - 0000-0001-8781-2746

ÖZET

Dış iskeletler, rehabilitasyon, yardım ve performans artırma gibi amaçlar için kullanılan giyilebilir mekanik yapılandırmalardır. Bu cihazlar mekanik destek ve güç arttırımı sağlayarak kullanıcının fiziksel yeteneklerini geliştirir. Dış iskeletler iki ana tipe ayrılır: pasif ve aktif. Pasif Dış iskeletler basit mekanik yaylar ve hidrolik sistemler kullanırken, aktif Dış iskeletler elektrik motorlarından ve daha karmaşık sürücü sistemlerinden güç çekerler. Bu sistemler ayrıca belirli anatomik bölgeler için tasarlanabilir. Elektrikli aktüatör sistemleri, Dış iskeletlerde motor gücünü harekete dönüştüren temel bileşenlerdir. Dişliler, kayışlar ve zincirler aracılığıyla çalışan bu sistemler, verimlilik, sessiz işletim ve düşük bakım gereksinimleri sunar. Kullanılan çeşitli motor türleri arasında fırçalı ve fırçasız DC motorlar, adım motorlar ve servo motorlar bulunur. Daha lineer ve kontrollü hareket için Seri Elastik Aktüatörler (SEA) ve Değişken Sertlik Aktüatörleri (VSA) gibi özel aktüatör türleri kullanılır. Hidrolik ve elektro-hidrolik sürücü sistemleri yüksek yük kapasitesi ve düşük eklemler ataleti sunar. Elektro-Hidrolik Aktüatörler (EHA), hem hidrolik hem de elektrik sistemlerinin avantajlarını birleştirir. Hidrolik sistemler genellikle ağır ve karmaşık olsa da yüksek güç sunarlar. Pnömatik aktüatörler ve yumuşak aktüatörler, hafiflikleri ve yüksek güç-ağırlık oranları ile dikkat çeker. Pnömatik kas aktüatörleri (PMA), daha az güç ve tork gerektiren uygulamalar için idealdir. Yumuşak aktüatörler, esneklikleri ve uyum yetenekleri ile giyilebilir robotik uygulamalarda alternatif çözümler sunar. Elektrikli, hidrolik ve pnömatik sistemler, bu cihazların performansını, verimliliğini ve uygulama alanlarını belirleyen ana unsurlardır. Bu teknolojilerin seçimi, Dış iskeletler amaçlanan kullanımı ve işlevselliğine bağlıdır.

Anahtar Kelimeler: Dış iskeletler, eyleyiciler, tahrik sistemleri

ACTUATOR TECHNOLOGIES USED IN EXOSKELETONS

ABSTRACT

Exoskeletons are wearable mechanical structures used for purposes such as rehabilitation, assistance, and performance enhancement. These devices provide mechanical support and power augmentation, enhancing the user's physical capabilities. Exoskeletons are categorized

into two main types: passive and active. Passive exoskeletons utilize simple mechanical springs and hydraulic systems, while active exoskeletons draw power from electric motors and more complex drive systems. These systems can also be designed for specific anatomical areas. Electric actuator systems are fundamental components in exoskeletons that convert motor power into motion. Operating through gears, belts, and chains, these systems offer efficiency, quiet operation, and low maintenance requirements. Various motor types used include brushed and brushless DC motors, stepper motors, and servo motors. Special actuator types such as Series Elastic Actuators (SEA) and Variable Stiffness Actuators (VSA) are employed for more linear and controlled motion. Hydraulic and electro-hydraulic drive systems provide high load capacity and low joint inertia. Electro-Hydraulic Actuators (EHA) combine the advantages of both hydraulic and electric systems. While hydraulic systems are often heavy and complex, they offer high power. Pneumatic actuators and soft actuators stand out for their lightness and high power-to-weight ratios. Pneumatic muscle actuators (PMAs) are ideal for applications requiring less power and torque. Soft actuators, with their flexibility and adaptability, offer alternative solutions in wearable robotic applications. Electric, hydraulic, and pneumatic systems are key elements determining the performance, efficiency, and application areas of these devices. The choice of these technologies depends on the intended use and functionality of the exoskeleton.

Keywords: Exoskeletons, actuators, drive systems

1. GİRİŞ

Dış iskeletler, giyilebilir mekanik yapılar olarak tanımlanır ve kullanıcıya farklı avantajlar sağlarlar. Bunlar, rehabilitasyon, yardım, performans artırma ve dokunsal etkileşim olmak üzere dört ana sınıfa ayrılırlar. Rehabilitasyon amaçlı kullanımda, dış iskeletler fizyoterapistlerin uyguladıkları tedavi çalışmalarını tamamlamak için tasarlanmıştır. Bu dış iskeletler tekrarlı, esnek ve hastaya özelleştirilebilir egzersizler sağlarlar. Yardımcı robotik dış iskeletler, günlük yaşam aktivitelerini daha bağımsız olarak yerine getirmede engellilere yardımcı olabilir. Performans artırma için tasarlanmış dış iskeletler, insan ve robotun gücünü birleştirerek tek başına yapılamayacak görevleri yerine getirebilirler. Son olarak, dokunsal etkileşim, artırılmış veya sanal gerçeklik uygulamalarına yönelik dokunsal arayüzlerin geliştirilmesi yoluyla sağlanır (Agarwal ve Deshpande, 2019).

Dış iskeletler, yapısal olarak iki ana kategoriye ayrılır. Bunlar pasif ve aktif dış iskeletlerdir. Pasif dış iskeletler, mekanik yaylar veya hidrolik sistemler gibi geleneksel mekanik yöntemler kullanarak hareketi sağlar. Bu cihazlar, kullanıcı hareketini taklit etmek için tasarlanır ve onların hareketlerine tepki vererek hareketi sağlar. Aktif dış iskeletler ise, hareketi sağlamak için elektrikli motorlar veya pnömatik/hidrolik sistemler gibi daha karmaşık ve gelişmiş tahrik sistemleri kullanır. Bu tahrik sistemleri, dış iskeletin kullanıcının hareketini taklit etmesine yardımcı olmak için tasarlanmış sensörler veya algoritmalar gibi özel teknolojilerle birlikte çalışabilir. Bu sayede, dış iskelet kullanıcının hareketlerine daha doğru ve hassas bir şekilde tepki verebilir (Maciejasz ve ark., 2014).

Dış iskeletler hedeflendiği anatomik bölge göz önüne alındığında, üst ekstremité, alt ekstremité, tüm vücut veya belirli bir anatomik bölge için de tanımlanabilir. Son yıllarda daha fazla sayıda inceleme, alt uzuvlar için dış iskeletlerle ilgilidir. Hussein ve arkadaşları 2021'de alt ekstremité desteği için dış iskelet robotlarında malzeme, çalıştırma ve üretim yöntemlerinin gözden geçirilmesini önerdi. Shi ve arkadaşları (2019), yürüyüş analizi ve mekanik tasarım, alt ekstremité dış iskeletlerinin çalıştırılması ve kontrolü konularını inceledi. Sanchez-Villamañan ve arkadaşları (2019), uyumlu alt ekstremité dış iskeletlerinin mekanik tasarım ilkelerini gözden geçirdi. Al-Shuka ve arkadaşları (2019) güç artırma alt ekstremité dış iskeletlerinin biyomekanik modelleme, çalıştırma ve çok seviyeli kontrol stratejilerini ele aldı.

Dış iskeletler ve dış iskelet robotları, farklı eyleyici/tahrik sistemleri kullanılarak çalışır. Bu sistemler genellikle güç kaynağı, aktüatörler, sensörler ve kontrol üniteleri gibi ana bileşenlerden oluşur. Güç kaynakları, genellikle piller, aküler veya harici bir güç kaynağından gelir. Aktüatörler, cihazın hareketini sağlar ve bu hareketleri yürütmek için çeşitli tiplerde olabilirler. Pnömatik aktüatörler, basınçlı hava veya gaz kullanarak hareket eder. Hidrolik aktüatörler, sıvı basıncı kullanarak hareket eder. Elektrik motorları, çeşitli tiplerde kullanılan en yaygın aktüatörlerdendir ve DC, AC, lineer ve adım motorları gibi farklı tiplerde olabilirler. Elektrik motorları, güç, kontrol ve verimlilik açısından daha iyi bir seçimdir.

Dış iskeletler ve dış iskelet robotlarındaki sensörler, hareketi ve vücut pozisyonunu algılamak için kullanılır. Bu sensörler, sıcaklık, basınç, hız, hızlanma, manyetik alan, ışık gibi çeşitli çevresel koşulları ve vücut hareketlerini ölçebilir. Bu sensörlerin verileri, kontrol ünitesinde işlenir ve cihazın hareketlerini kontrol etmek için kullanılır. Kontrol üniteleri, sensörlerden gelen verileri işleyerek cihazın hareketlerini kontrol eder. Bu üniteler, çeşitli yapay zekâ teknolojileri kullanarak çevresel faktörlere tepki verebilir ve kullanıcının vücut hareketlerine göre cihazın hareketlerini özelleştirebilir.

Sonuç olarak, dış iskeletler ve dış iskelet robotları, çeşitli eyleyici ve tahrik sistemleri/teknolojileri kullanarak çalışabilirler. Bu sistemler, cihazın amaçlarına, kullanım alanına, verimliliğe ve kullanıcının ihtiyaçlarına bağlı olarak seçilir.

Dış iskelet tasarımında seçilen eyleyici teknolojilerine odaklanan bu çalışmayla, gelecekteki çalışma ve projelere faydalı bir katkı olabilir. Aynı zamanda halihazırda düşünülmüş olan çalışmaları vurgulayabilir ve diğer çalışmaların eksikliklerinden yararlı çıktılar sağlayabilir. Bu nedenle inceleme çalışmasının amacı, faaliyetlerinde mühendisler, fizyoterapistler ve dış iskelet geliştiriciler için değerli bir bilgi kaynağı olabilecek dış iskelet gelişimi için en yeni ve yaygın eyleyici teknolojisi çözümlerini özetlemektir.

2. ELEKTRİKLİ TAHİRİK SİSTEMLERİ

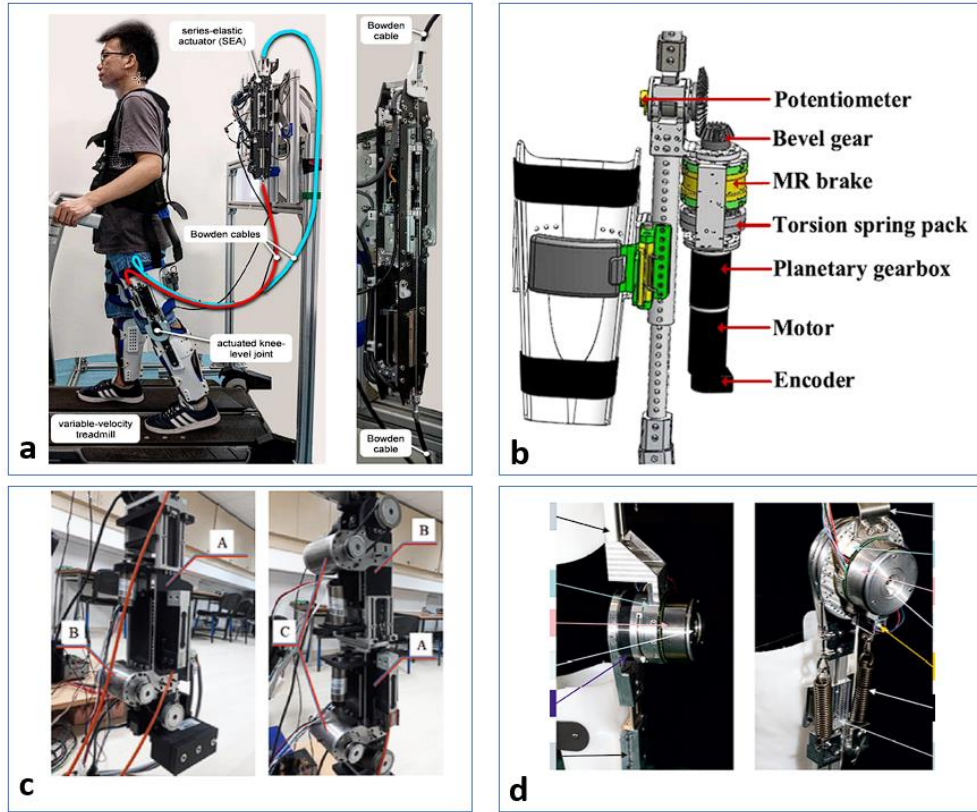
Dış iskeletlerdeki elektrikli tahrik sistemleri, bir motor kullanarak bağlı olan bağlantıların hareketini sağlar. Motor, istenilen yön ve hızda hareket etmek için gerekli olan gücü sağlar. Bu sistemler, motor tarafından sağlanan gücü hareketi sağlamak istenen bölgelere aktarmak için birçok farklı mekanizma kullanır. Bu mekanizmalar, genellikle dişliler, kayışlar, zincirler ve çeşitli tahrik elemanlarından oluşur.

Elektrikli tahrik sistemleri, özellikle hızlı ve hassas hareketler gerektiren uygulamalarda kullanılır. Bu sistemlerin birçok avantajı vardır. Örneğin, elektrikli tahrik sistemleri oldukça verimlidir ve genellikle sessiz çalışırlar. Ayrıca, kontrol edilmesi daha kolaydır ve çevre dostudurlar. Elektrikli tahrik sistemleri ayrıca, diğer tahrik sistemlerine kıyasla daha az bakım gerektirirler.

Elektrikli tahrik sistemleri, birçok farklı uygulamada kullanılır. Bunlar arasında robotik sistemler, endüstriyel makineler, medikal cihazlar, otomotiv endüstrisi, havacılık endüstrisi ve daha birçok alanda kullanılır. Elektrikli tahrik sistemleri, uygulamanın gereksinimlerine bağlı olarak farklı motor tipleri kullanılarak tasarlanabilir. Elektrikli aktüatörler çok çeşitli tip ve boyutlarda mevcuttur, güvenilir ve iyi bir kontrol doğruluğu sağlar. Bu tiplerden en çok kullanılanları fırçalı DC elektrik motorları daha sonra (Brushless DC, BLDC) fırçasız DC motorlar, step motorlar, servo motorlar gibi farklı motor tipleri takip etmektedir. Fırçalı DC motor, çoğu durumda, motorun ve elektronik sürücüsünün basit yapısı nedeniyle kullanılır; ancak fırçalar ve komütatör sistemi düzenli bakım gerektirir.

Elektrikli tahrik sistemleri, tasarımı ve uygulaması oldukça karmaşık olabilen sistemlerdir. Bu nedenle, uygulanacak sistemin özellikleri ve gereksinimleri dikkatle incelenmelidir. Ayrıca, doğru seçilen elektrikli tahrik sistemi, yüksek verimlilik ve uzun ömür sağlayabilir. Bu nedenle, fırçasız ve fırçalı motorların ana avantajları, daha düşük rotor ataletinin ve daha yüksek güç-ağırlık oranının izin verdiği fırça eksikliği ve daha iyi dinamik performans nedeniyle daha fazla güvenilirliktir. Bazı durumlarda mafsallara yerleştirilen doğrudan tahrikli tork motorları kullanılmaktadır. Doğru aktüatör seçimi ve boyutlandırılması, hafif ve şeffaf sistemler elde etmek için dış iskelet tasarımında önemli bir adımdır.

Dış iskelet tahrik sistemlerinde oluşan güvenlik ve geri sürülebilirlik gibi yeni ihtiyaçlar yeni elektrikli aktüasyon çözümlerini doğurmuştur. Bu aktüatörlere Görsel 1'deki gibi örnekler vererek; Agarwal ve arkadaşları (2017), başparmak exoskeletonu tasarımı ve kontrolü çalışmasında Seri Elastik Aktüatörleri (SEA) kullanmışlardır. Ollinger ve Yu (2021) çalışmalarında SEA güdümlü alt ekstremite yardımcı dış iskeleti için yeni bir kuvvet kontrol yöntemi sunulmaktadır. Cihazları, Bowden kabloları aracılığıyla bağlanan değişken yapıları SEA'lara sahiptir. Baser ve arkadaşları (2020), ayak bileği için bir değişken sertlik aktüatörü (VSA) ve diz ve kalça eklemleri için iki seri elastik aktüatör (SEA) ile BioComEx adlı alt ekstremite dış iskeletini sundu. Chen ve arkadaşları (2017) alt ekstremite dış iskeleti CUHK-EXO'nun diz eklemleri için manyeto-reolojik seri elastik aktüatör (MRSEA) adı verilen yenilikçi bir aktüatör tasarlamışlardır. MRSEA, dış iskeletin mekanik empedansını azaltmak ve istenmeyen çarpışmaları filtrelemek için tasarlanmıştır.



Görsel 1. Elektrikli tahrik sistemleri örnekleri (a; Agarwal ve arkadaşları 2017, b; Chen ve arkadaşları 2017, c; Baser ve arkadaşları 2020, d; Penzlin ve arkadaşları 2021).

Hsieh ve arkadaşları (2017), dış iskelet-uzuv arayüzünde doğru kuvvet ve empedans kontrolü elde etmek için doğrusal SEA'lara sahip bir omuz dış iskeleti önerdiler. SEA'nın bir çeşidi, mekanik bir kavramanın gerektiğinde şanzımanı otomatik olarak devreden çıkardığı kavramalı elastik aktüatörler serisi SEAC ile temsil edilmektedir (Zhang ve Huang, 2019). Bu mekanik çözüm, aktüatör şeffaflığını ve güvenliğini artırır ve hem zamanlama hem de tork büyüklüğü açısından istenen yardımı garanti eder.

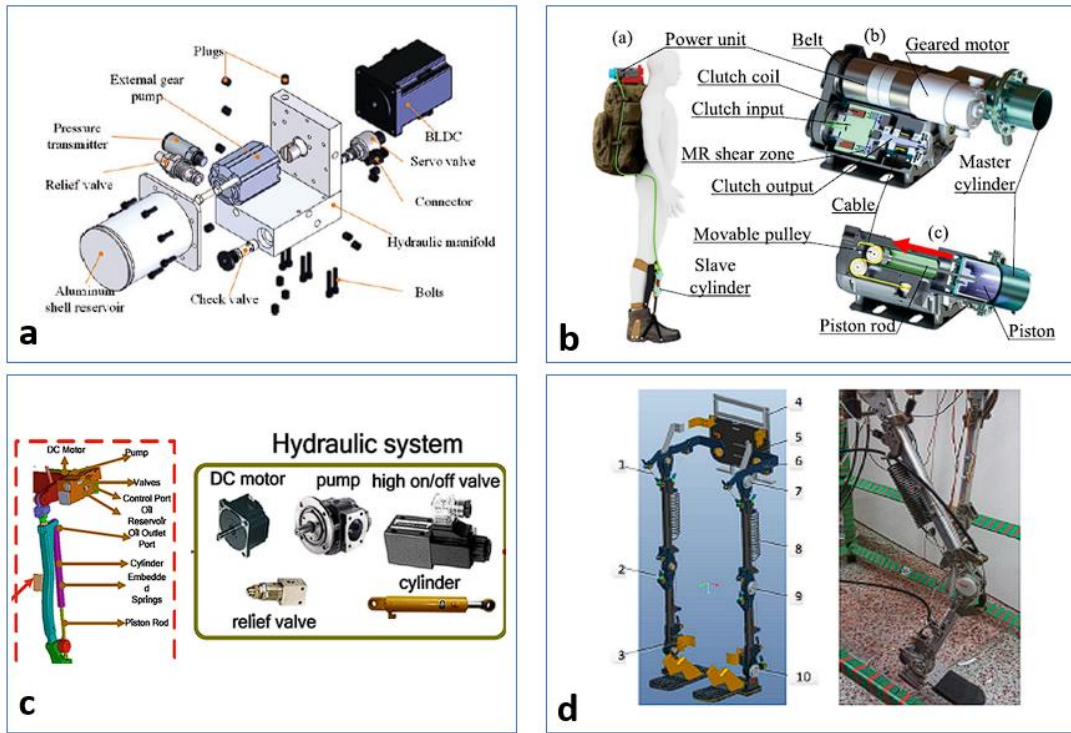
Schrade ve arkadaşları (2018), diz eklemini çalıştıran değişken bir mekanik sertlik harekete geçirme (VSA) ünitesine sahip VariLeg adlı bir alt ekstremité dış iskeleti geliştirdiler. Bu çözüm, insan yürüyüşünün düşük enerjili bir nakliye maliyetine izin verir. Penzlin ve arkadaşları 2021'de paralel elastik aktüatörleri (PEA) araştırmış ve yürüyüş gibi döngüsel hareket görevlerinde bu tür sürücülerin etkinliğinin, aktüatöre paralel olarak hareket eden bir elastiklik kullanılarak artırılabilirliğini öne sürmüştür.

3. HİDROLİK VE ELEKTRO-HİDROLİK TAHRİK SİSTEMLERİ

Hidrolik çalıştırmanın ana avantajları, doğası gereği uyumluluğu, düşük eklem ataleti ve yüksek yüklerdir, ana dezavantajları ise hidrolik sıvı sızıntısı riskine ek olarak taşınabilir olmayan, ağır ve dış iskeletleri manipüle etmenin zor olmasıyla ilgilidir. Bu aktüatörlerin başarılı uygulamaları, esas olarak, yük kapasitesinin en önemli gereksinimlerden biri olduğu lower limb exoskeleton (LLE) sistemlerindedir. Elektrikli aktüatörlerin yanı sıra, hidrolik

transmisyon için değişken sertlik, manyetoreolojik kavramalar ve kablo iletim konseptleri de benimsenmiştir.

Çalışmalardan bazıları Görsel 2'deki gibi incelendiğinde; Long ve arkadaşları (2018), hidrolik çalıştırma sistemini kompakt ve hafif hale getirmek için silindir çubuğuna gömülü yaylara sahip tek yönlü silindirli pompa tabanlı bir hidrolik çalıştırma sistemine sahip bir lower limb exoskeleton sunmuştur. Yaylar, hidrolik sistemin enerjisini tüketmeden salınım aşamasında bacağın kontrol edilmesine yardımcı olur. Khazoom ve arkadaşları (2019), şeffaf ve aynı zamanda güçlü çok işlevli dış iskelet desteği sağlamak için gücü vücut etrafında dağıtmak için düşük sürtünmeli yuvarlanan diyaframlar kullanan hidrostatik bir şanzıman ile delokalize manyetoreolojik (MR) kavramaları birleştiren bir LLE sistemi önerdi. Lu ve arkadaşları (2016), yüksek güç ve düşük atalet ile ayırt edilen, her eklem için hidrolik aktüatörlere ve tendon tahrikine dayalı bir tahrik sistemine sahip bir LLE sunmuştur. Tendonun proksimal ucu silindirin her bir çubuğunu birbirine bağlar ve tendonun distal ucu eklem üzerinde sabitlenir. Tendon kılıf içinde serbestçe hareket edebilir. Tendon, sagittal düzlemde fleksiyon ve ekstansiyon oluşturmak için hidrolik silindir tarafından çekilir. Çoğu zaman, bir elektro-hidrolik tahrik tercih edilen seçimdir. Staman ve arkadaşları (2021), PREHydRA (pasif dönüşlü elektro-hidrostatik aktüatör) ile geliştirilen yürüyüş restorasyonu için LLE dış iskeletinin tasarımını, kontrolünü ve değerlendirmesini sunmuştur. Amaç, giyilebilir yönü iyileştirmek için kütleyi uygun yerlere yerleştirmek için uzaktan çalıştırmayı kullanan yüksek kuvvet yoğunluklu bir aktüatör geliştirmektir. PREHydRA konseptinin, giyilebilir robotik ile ilgili bir dizi frekans üzerinde yüksek çıkış kuvvetleri ürettiği gösterildi.



Görsel 2. Hidrolik ve elektro-hidrolik tahrik sistemleri örnekleri (a; Zhu ve arkadaşları 2017, b; Khazoom ve arkadaşları 2019, c; Long ve arkadaşları 2018, d; Lu ve arkadaşları 2016).

Hem hidrolik hem de elektrik avantajlarına sahip bir elektro-hidrolik aktüatörün (EHA) tasarımı Lee ve arkadaşları (2019) tarafından ele alındı. EHA sistemi, bir hidrolik çift yönlü pompa, bir motor, bir hidrolik silindir ve bir manifoldta elde edilen valflerden oluşur. Pompaya bağlı motor, hidrolik aktüatör konumunu ve hız kontrolünü sağlar. Bu çözüm, yüksek düzeyde güç sağlar, ancak hidrolik devre basitliği, üretim maliyetlerini azaltır ve kolay sızıntı yönetimine olanak tanır.

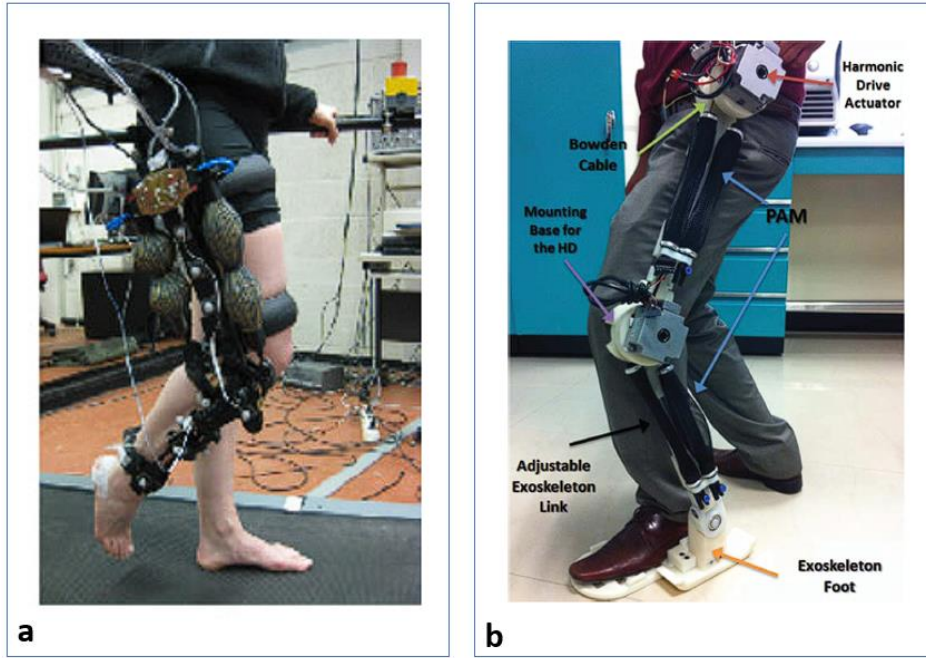
4. PNÖMATİK TAHRİK SİSTEMLERİ

Pnömatik aktüatörler, içsel uyumluluğa ve yüksek bir güç-ağırlık oranına sahiptir, ancak sınırlı kuvvetler ve tork değerlerine sahiptir; bu, onları yüksek kuvvetler veya torklar gerekmediğinde dış iskelet aktivasyonu için uygun kılan özelliklerdir. Pnömatik Yapay Kaslar (PYK) Görsel 3'teki örneklerdeki gibi dış iskeletlerde en yaygın olarak kullanılan pnömatik aktüatördür. PYK, kauçuk bir borunun etrafına sarılmış, genişletilemeyen çift sarmal örgülü bir kabuktan oluşur. Tüp basınçlı hava ile şişirildiğinde, bu, uzunlamasına yönde bir PYK büzülmesine neden olur ve söndüğünde, orijinal şekline geri döner; bu nedenle alternatif bir aktüatördür.

Elektrik motorlarıyla karşılaştırıldığında, pnömatik yapay kasların, örneğin doğal uyumluluk, düşük maliyet, yüksek güç-ağırlık oranı ve kompaktlık gibi çeşitli avantajları vardır. Bu avantajlara ek olarak, pnömatik yapay kaslar işlemi histerezis ve belirgin doğrusal olmama özelliği ile karakterize edilir; bu nedenle, pnömatik yapay kasların performansını iyileştirmek (örneğin, eklem yörünge takibinin doğruluğu) ve yumuşak dış iskeletler için etkili çalıştırma çözümleri elde etmek için uygun kontrol stratejileri geliştirilmelidir. Ayrıca, pnömatik yapay kaslar tek yönlüdür ve bu nedenle iki taraflı rotasyonlar elde etmek için çiftler halinde kullanılmaları gerekir, yani iki pnömatik yapay kas antagonistik bir konfigürasyona monte edilir.

Bir çalışmada PYK kontrol problemi ele alınmış; davranışları tahmin etmek için PYK güdümlü bir dış iskeletin dinamiklerini doğrusal olmayan bir otoregresif eksojen modelle yaklaşık olarak tahmin etmek için bir yapay sinir ağı, bir eko durum ağı kullanmıştır (Cao ve ark., 2021; Tiboni ve ark., 2017). Benzer çalışmada, PYK güdümlü bir alt ekstremite dış iskeleti için bir izleme kontrolörü tasarlamak için doğrusal olmayan model öngörücü kontrolü (NMPC) ve yankı durumu ağının bir eko durumu Gauss süreci (ESGP) olarak adlandırılan bir uzantısını kullanılmıştır (Cao ve ark., 2020). Zhao ve Song (2020), doğru bir yörünge takibi elde etmek için yeni bir proxy tabanlı kayan mod kontrolünü (PSMC) tanıtmaktadır. Bir PYK çeşidi, Brüksel Vrije Üniversitesi'nde geliştirilen Pileli PYK'dır (PPYK). Beyl ve arkadaşları (2014), bir LLE için, daha geniş bir hareket aralığında daha yüksek bir tork aralığına izin veren yeni bir tasarıma sahip PPYK'leri kullandı. Elektrikli aktüatörlerin yanı sıra kablo tahrikli şanzıman da PYK'larla birlikte kullanılır. Chen ve arkadaşları (2020), PYK'lar tarafından çalıştırılan bir kablo tahrikli ULE'nin tasarımını, dinamik modellemesini ve hareket kontrolünü sunmuştur. Pasif rehabilitasyon egzersizlerini gerçekleştirmek için dinamik modeller geliştirilmiş ve

rehabilitasyon yürünge kontrolü için uyarlanabilir bir bulanık kayan mod kontrolü tasarlanmıştır.



Görsel 3. Pnömatik tahrik sistemleri örnekleri (a; Beyl ve arkadaşları 2014, b; Aguilar-Sierra ve arkadaşları 2015).

Elektrikli aktüatörlerle paralel hareket eden pnömatik aktüatörlü hibrit çözümler önerilmiştir. Chakarov ve arkadaşları (2021), pnömatik tahrikin kuvvetin ilk reaksiyonunu hallettiği ve elektrikli tahrikin pnömatik tahriki tamamladığı hibrit elektrik-pnömatik çalıştırmaya sahip bir dış iskelet sunmuştur. Aguilar-Sierra ve arkadaşları (2015), iki tip aktüatörün uygulandığı bir LLE'yi tanımladı: harmonik sürücülü DC motorlar ve PYK'lar. Hibrit çalıştırma, DC motorların pnömatik yapay kas, kompaktlık ve yapısal esneklik nedeniyle düşük kontrol doğruluğu ve modelleme zorluğu gibi iki tür aktüatörün eksikliklerinin üstesinden gelir.

Dış iskeletlerde kullanılan diğer yumuşak aktüatör tipleri geliştirilmiş ve test edilmiştir. Zhang ve arkadaşları (2020), yürüme sırasında aktif diz hareketlerine yardımcı olan giyilebilir bir yumuşak diz dış iskeletine uygulanan vakumla çalıştırılan döner bir aktüatörün tasarımını tanıttı. Oguntosin ve arkadaşları (2017), Yumuşak Modüller (EAssoftM) Tarafından Çalıştırılan bir Dış İskeletin tasarımını, üretimini ve işlevsel özelliklerini göstermişlerdir.

Eklemlere yapıştırılmak üzere geliştirilen yumuşak modüller polietilenden yapılmıştır ve bir ucu termal yapışma ile birbirine yapıştırılmış çok hücrelidir. Negatif basınç uygulayarak modülleri söndürürken her hücrenin yapısını korumak için ABS çerçeveler kullanıldı. Şişirilebilir aktüatör, silikon tüpler aracılığıyla pnömatik aktüatörler tarafından basınçlandırıldı ve tek tek hücreler birbirine doğru itmeye başladığında, tüm modül, basıncın bir fonksiyonu olarak fan şeklinde torku üretir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında dış iskelet teknolojisinin mevcut durumu ve çeşitli tahrik sistemlerinin gelişimini detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Öncelikle, dış iskeletlerin giyilebilir mekanik yapılar olarak tanımlanması ve farklı uygulama alanları (rehabilitasyon, yardımcı robotik, performans artırma ve dokunsal etkileşim) kapsamlı bir şekilde incelendi. Dış iskeletlerin, kullanım amaçlarına göre pasif ve aktif olmak üzere iki ana kategoride sınıflandırıldığını ve her kategorinin kendine özgü avantajlar ve sınırlamalar sunduğunu gözlemlenmiştir.

Elektrikli tahrik sistemlerinin, dış iskeletlerdeki yaygın kullanımı ve avantajları, özellikle hız, verimlilik ve kontrol edilebilirlik açısından ön plana çıkmaktadır. Hidrolik ve elektro-hidrolik sistemlerin, yüksek güç kapasitesi ve düşük eklem ataleti gibi avantajlarına rağmen, ağırlık ve sızıntı riski gibi bazı dezavantajlara sahip olduğunu belirtilmiştir. Pnömatik aktüatörlerin, içsel uyumluluk ve yüksek güç-ağırlık oranı gibi avantajlarına karşın, sınırlı kuvvet ve tork kapasiteleri nedeniyle belirli uygulamalarda tercih edildiğini vurgulanmıştır.

Bu çalışmanın sonucunda, dış iskeletlerin gelişimi ve tasarımında karşılaşılan zorlukların yanı sıra, bu alanda sağlanan ilerlemelerin ve yeniliklerin, özellikle medikal rehabilitasyon, endüstriyel uygulamalar ve robotik sistemler gibi alanlarda, insan yaşamını iyileştirmekte kritik bir rol oynadığını gözlemlemekteyiz. Ayrıca, güvenlik ve geri sürülebilirlik gibi yeni ihtiyaçlar, dış iskelet teknolojisinde sürekli gelişim ve yenilikçi çözümler doğurmuştur.

Son olarak, bu çalışma, mühendisler, fizyoterapistler ve dış iskelet geliştiriciler için değerli bir bilgi kaynağı oluştururken, gelecekteki araştırmalar ve projeler için önemli bir temel sağlamaktadır. Dış iskelet teknolojisinin gelecekteki evrimi, çok disiplinli bir yaklaşım ve sürekli yenilik gerektirecek olup, bu alanda atılacak adımlar hem teknolojik hem de toplumsal açıdan önemli etkiler yaratacaktır.

KAYNAKÇA

- [1] Agarwal, P.; Deshpande, A.D. Exoskeletons: State-of-the-Art, Design Challenges, and Future; Oxford Scholarship Online: Oxford, UK, 2019; pp. 234–259.
- [2] Maciejasz, P.; Eschweiler, J.; Gerlach-Hahn, K.; Jansen-Troy, A.; Leonhardt, S. A survey on robotic devices for upper limb rehabilitation. J. Neuroeng. Rehabil. 2014, 11, 3.

- [3] Hussain, F.; Goecke, R.; Mohammadian, M. Exoskeleton robots for lower limb assistance: A review of materials, actuation, and manufacturing methods. *Proc. Inst. Mech. Eng. Part J. Eng. Med.* 2021, 235, 1375–1385.
- [4] Shi, D.; Zhang, W.; Zhang, W.; Ding, X. A Review on Lower Limb Rehabilitation Exoskeleton Robots. *Chin. J. Mech. Eng. (English Edition)* 2019, 32, 74.
- [5] Sanchez-Villamañan, M.d.C.; Gonzalez-Vargas, J.; Torricelli, D.; Moreno, J.C.; Pons, J.L. Compliant lower limb exoskeletons: A comprehensive review on mechanical design principles. *J. Neuroeng. Rehabil.* 2019, 16, 55.
- [6] Al-Shuka, H.F.N.; Rahman, M.H.; Leonhardt, S.; Ciobanu, I.; Berteau, M. Biomechanics, actuation, and multi-level control strategies of power-augmentation lower extremity exoskeletons: An overview. *Int. J. Dyn. Control* 2019, 7, 1462–1488. doi:10.1080/17447967.2019.1648807.
- [7] Agarwal, P.; Yun, Y.; Fox, J.; Madden, K.; Deshpande, A.D. Design, control, and testing of a thumb exoskeleton with series elastic actuation. *Int. J. Robot. Res.* 2017, 36, 355–375.
- [8] Aguirre-Ollinger, G.; Yu, H. Lower-Limb Exoskeleton with Variable-Structure Series Elastic Actuators: Phase-Synchronized Force Control for Gait Asymmetry Correction. *IEEE Trans. Robot.* 2021, 37, 763–779.
- [9] Baser, O.; Kizilhan, H.; Kilic, E. Employing variable impedance (stiffness/damping) hybrid actuators on lower limb exoskeleton robots for stable and safe walking trajectory tracking. *J. Mech. Sci. Technol.* 2020, 34, 2597–2607.
- [10] Chen, B.; Zhao, X.; Ma, H.; Qin, L.; Liao, W.H. Design and characterization of a magneto-rheological series elastic actuator for a lower extremity exoskeleton. *Smart Mater. Struct.* 2017, 26, 105008.
- [11] Hsieh, H.C.; Chen, D.F.; Chien, L.; Lan, C.C. Design of a Parallel Actuated Exoskeleton for Adaptive and Safe Robotic Shoulder Rehabilitation. *IEEE/ASME Trans. Mechatron.* 2017, 22, 2034–2045.
- [12] Zhang, T.; Huang, H. Design and Control of a Series Elastic Actuator with Clutch for Hip Exoskeleton for Precise Assistive Magnitude and Timing Control and Improved Mechanical Safety. *IEEE/ASME Trans. Mechatron.* 2019, 24, 2215–2226.
- [13] Schrade, S.O.; Dätwyler, K.; Stücheli, M.; Studer, K.; Türk, D.A.; Meboldt, M.; Gassert, R.; Lambercy, O. Development of VariLeg, an exoskeleton with variable stiffness

- actuation: First results and user evaluation from the CYBATHLON 2016 Olivier Lambercy; Roger Gassert. *J. Neuroeng. Rehabil.* 2018, 15, 18.
- [14] Penzlin, B.; Bergmann, L.; Li, Y.; Ji, L.; Leonhardt, S.; Ngo, C. Design and first operation of an active lower limb exoskeleton with parallel elastic actuation. *Actuators* 2021, 10, 75.
- [15] Long, Y.; Du, Z.J.; Chen, C.F.; Wang, W.D.; He, L.; Mao, X.W.; Xu, G.Q.; Zhao, G.Y.; Dong, W. Hybrid Control Scheme of a Hydraulically Actuated Lower Extremity Exoskeleton for Load-Carrying. *J. Intell. Robot. Syst. Theory Appl.* 2018, 91, 493–500.
- [16] Khazoom, C.; Veronneau, C.; Bigue, J.P.; Grenier, J.; Girard, A.; Plante, J.S. Design and control of a multifunctional ankle exoskeleton powered by magnetorheological actuators to assist walking, jumping, and landing. *IEEE Robot. Autom. Lett.* 2019, 4, 3083–3090.
- [17] Lu, X.; Jia, S.; Chen, L.; Wang, X.; Han, Y. Trajectory tracking control of a hydraulic-tendon actuator with an application to the exoskeleton. *J. Vibroengineering* 2016, 18, 496–510.
- [18] Staman, K.; Veale, A.J.; Van Der Kooij, H. Design, Control and Evaluation of the Electro-Hydrostatic Actuator, PREHydrA, for Gait Restoration Exoskeleton Technology. *IEEE Trans. Med. Robot. Bionics* 2021, 3, 156–165.
- [19] Lee, D.; Song, B.; Park, S.Y.; Baek, Y.S. Development and control of an electro-hydraulic actuator system for an exoskeleton robot. *Appl. Sci.* 2019, 9, 4295.
- [20] Cao, Y.; Huang, J.; Xiong, C. Single-Layer Learning-Based Predictive Control with Echo State Network for Pneumatic-Muscle-Actuators-Driven Exoskeleton. *IEEE Trans. Cogn. Dev. Syst.* 2021, 13, 80–90.
- [21] Tiboni, M.; Remino, C. Condition monitoring of a mechanical indexing system with artificial neural networks. In *1st World Congress on Condition Monitoring 2017*; British Institute of Non-Destructive Testing: Berlin, Germany, 2017.
- [22] Cao, Y.; Huang, J. Neural-network-based nonlinear model predictive tracking control of a pneumatic muscle actuator-driven exoskeleton. *IEEE/CAA J. Autom. Sin.* 2020, 7, 1478–1488.
- [23] Zhao, W.; Song, A. Active motion control of a knee exoskeleton driven by antagonistic pneumatic muscle actuators. *Actuators* 2020, 9, 134.

- [24] Beyl, P.; Van Damme, M.; Van Ham, R.; Vanderborght, B.; Lefeber, D. Pleated pneumatic artificial muscle-based actuator system as a torque source for compliant lower limb exoskeletons. *IEEE/ASME Trans. Mechatron.* 2014, 19, 1046–1056.
- [25] Chen, C.T.; Lien, W.Y.; Chen, C.T.; Twu, M.J.; Wu, Y.C. Dynamic Modeling and Motion Control of a Cable-Driven Robotic Exoskeleton with Pneumatic Artificial Muscle Actuators. *IEEE Access* 2020, 8, 149796–149807.
- [26] Chakarov, D.; Veneva, I.; Venev, P. Simulation and experiments of a hybrid actuated exoskeleton for assistance and rehabilitation. *Ser. Biomech.* 2021, 35, 21–29.
- [27] Aguilar-Sierra, H.; Yu, W.; Salazar, S.; Lopez, R. Design and control of hybrid actuation lower limb exoskeleton. *Adv. Mech. Eng.* 2015, 7, 1–13.
- [28] Zhang, L.; Huang, Q.; Cai, K.; Wang, Z.; Wang, W.; Liu, J. A Wearable Soft Knee Exoskeleton Using Vacuum-Actuated Rotary Actuator. *IEEE Access* 2020, 8, 61311–61326.
- [29] Oguntosin, V.W.; Mori, Y.; Kim, H.; Nasuto, S.J.; Kawamura, S.; Hayashi, Y. Design and Validation of exoskeleton actuated by soft modules toward neurorehabilitation-vision-based control for precise reaching motion of upper limb. *Front. Neurosci.* 2017, 11, 352.

HEMŞİRELİK SON SINIF ÖĞRENCİLERİNİN HEMŞİRELİK MESLEĞİNİ ALGILAMA DURUMLARI VE KARIYER GELECEKLERİNE YÖNELİK TUTUMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Kezban KORAŞ SÖZEN

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Zübeyde Hanım Sağlık Bilimleri Fakültesi,
Hemşirelik Bölümü, Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği AD., kezban_koras@hotmail.com,

ORCID ID: 0000-0002-7426-5138

Öğr. Gör. Tuğba AYDEMİR

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde Zübeyde Hanım Sağlık Hizmetleri Meslek
Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, İlk ve Acil Yardım Programı,

tugbaozhan50@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7426-5138

ÖZET

Bu çalışma, hemşirelik son sınıf öğrencilerinin hemşirelik mesleğini algılama durumları ve kariyer geleceklerine yönelik tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi ve kariyer planlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla yapıldı. Tanımlayıcı ve ilişki arayıcı nitelikte olan çalışma dahil edilme kriterlerine uyan ve çalışmaya katılmayı kabul eden 105 öğrenci ile yapıldı. Verilerin elde edilmesinde, kişisel bilgi formu, Hemşirelik Mesleğini Algılama Ölçeği (HMAÖ) ve Kariyer Geleceği Ölçeği (KARGEL) kullanıldı. Verilerin değerlendirilmesinde sayı, yüzdelik, aritmetik ortalama ve standart sapma dağılımından yararlandı. Öğrencilerin sosyo-demografik özellikleri ve ölçeklerden alınan puanların karşılaştırılmasında t testi, tek yönlü ANOVA, ölçekleri arasındaki ilişkinin belirlenmesinde pearson korelasyon analizi ve kariyer planlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesinde ise aşamalı çoklu doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerin 82.9'u kadın olduğu, % 47.7'sinin bölüme kendi tercihi ile geldiği, % 75.2'sinin hemşirelik bölümünü sevdiği, % 81.9'unun mezun olduktan sonra hemşire olarak çalışmak istediği belirlenmiştir. Öğrencilerin cinsiyetine, mesleğe hazır hissetme durumuna ve mezuniyet sonrası çalışma durumlarına göre KARGEL puanlarının anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği görülmüştür. KARGEL ölçeği toplam puan, kariyer uyumluluğu, kariyer seçimi ve iyimserlik alt boyutları ile HMAÖ mesleki statü ve HMAÖ- toplam puanları arasında pozitif yönde anlamlı düzeyde ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yaş, cinsiyet, mezuniyet sonrasında çalışma planı ve HMAÖ alt boyutlarının öğrencilerin kariyer planlarını % 56 düzeyinde açıklayan değişkenler olduğu belirlenmiştir.

Öğrencilerin hemşirelik mesleğinin statüsüne ve niteliğine yönelik algılarının, kariyer planlarını etkileyen faktörler olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple hemşirelik öğrencilerinde olumlu meslek algısının geliştirilmesi, geleceğe yönelik pozitif kariyer planlarına sahip olmaları açısından önem taşımaktadır. Bu sebeple, mezun olmadan önce hemşirelik eğitiminin en başından sonuna kadar, mesleğe yönelik profesyonel değerlerin kazandırılarak olumlu mesleki algı geliştirilmesi hedeflenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik, kariyer geleceği planı, meslek algısı, mesleki statü, mesleki nitelik.

DETERMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN FINAL YEAR NURSING STUDENTS' PERCEPTIONS OF THE NURSING PROFESSION AND THEIR ATTITUDES TOWARDS THEIR CAREER FUTURE

ABSTRACT

This study was conducted to examine the relationship between senior nursing students' perception of the nursing profession and their attitudes towards their career future and to determine the factors affecting their career plans. The study, which is descriptive and relationship-seeking, was conducted with 105 students who met the inclusion criteria and agreed to participate in the study. Personal information form, Nursing Profession Perception Scale (NPPS) and Career Future Scale (CFS) were used to obtain the data. Number, percentage, arithmetic mean and standard deviation distribution were used in the evaluation of the data. T test, one-way ANOVA were used to compare the socio-demographic characteristics of the students and the scores obtained from the scales, Pearson correlation analysis was used to determine the relationship between the scales, and stepwise multiple linear regression analysis was used to determine the factors affecting their career plans. It was determined that 82.9 of the students participating in the study were women, 47.7% came to the department by their own choice, 75.2% liked the nursing department, and 81.9% wanted to work as a nurse after graduation. It was observed that CFS scores differed significantly depending on the students' gender, whether they felt ready for the profession, and their employment status after graduation. It was determined that there was a significant positive relationship between the CFS scale total score, career adaptability, career choice and optimism sub-dimensions and NPPS professional status and NPSS-total scores. In addition, it was determined that age, gender, post-graduation work plan and NPSS sub-dimensions were variables that explained students' career plans at a level of 56%. It has been determined that students' perceptions of the status and quality of the

nursing profession are factors affecting their career plans. For this reason, developing a positive professional perception in nursing students is important for them to have positive career plans for the future. For this reason, it should be aimed to develop a positive professional perception by gaining professional values for the profession from the very beginning to the end of nursing education before graduation.

Keywords: Nursing, career future plan, profession perception, professional status, professional qualification.

GİRİŞ

Bireyin, bilgi, deneyim, tutum ve inançlar yoluyla yarattığı zihinsel görüntü ve yorum olarak ‘‘algı’’ olarak tanımlanırken (Glerean et al., 2017), uzun süreli bir eğitim sürecinin ardından kazanılmış, etik kurallar ve ilkelerle sınırları çizilmiş uğraşların bütünü ise ‘‘meslek’’ olarak tanımlanmaktadır. Meslek algısı yaşanan toplumdaki kültür, gelişmişlik seviyesi, siyasi hayat ve refah ortamı gibi birçok faktörden etkilenebilmektedir (Şen vd., 2021). Bu nedenle her mesleğin her ülkede kendine has bir algısı oluşmaktadır. Mesleği seçen kişilerin bu seçimi bilinçli olarak seçmeleri, meslekleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmaları ve severek icra etmeleri mesleğin ilerlemesi ve statüsünün yükseltilmesi için vazgeçilmez bir unsurdur (Sönmez vd., 2019). Türk Hemşireler Derneği hemşirelik mesleğini, ‘‘bireyin, ailenin ve toplumun sağlığını ve esenliğini koruma, geliştirme ve hastalık halinde iyileştirme amacına yönelik, hemşirelik hizmetlerinin planlanması, örgütlenmesi, uygulanması, değerlendirilmesinden ve bu hizmetleri yerine getirecek bireylerin eğitiminden sorumlu bilim ve sanattan oluşan bir sağlık disiplini’’ olarak tanımlamaktadır (Ünsal, 2017; Aydemir Gedük, 2018) Hemşirelik mesleğini algılama kişinin hemşirelik hakkında ne hissettiği ve düşündüğü, kendilerini ve çevrelerini nasıl algıladıklarıyla doğrudan ilişkilidir (Mollaoğlu ve Yanmış, 2019; Çetin Avcı vd., 2019). Hemşirelik öğrencileri için mesleği algılama ise öğrencilerin kendileri ve çevreleri ile hemşirelikteki olay ve uygulamaların uygunluğu ve aldıkları eğitim hakkındaki his, düşünce ve bakış açılarının tamamı olarak tanımlanabilir (Andersson, 1993; Kabanya ve Mwaniki, 2016; Çetin Avcı vd., 2019).

Birey, meslek hayatında başarılı olmak ve ilerlemek hedefiyle kendine izleyeceği bir yol çizer ve bazı süreçlerden geçer (Bektemür vd., 2016; Karadaş vd., 2017). Kariyer, bu hedeflere ulaşmak amacıyla kişinin bilgi, beceri, yetenek ve motivasyonla donatılarak ilerlemesinin sağlanmasıdır (Karadaş vd., 2017; Kılıç vd., 2020). Kariyer planlama ise bu ilerleme sürecinin öz değerlendirme de yapılarak planlanmasıdır (Bektemür vd., 2016; Kavurmacı vd., 2021)

Kariyer planlamasının tüm sektörlerde olduğu gibi hemşirelik mesleğinde de hem öğrenci hem de mezun hemşireler açısından önemi büyüktür (Kalafat, 2012; Waddell vd., 2015). Özellikle hemşire adayları olan öğrencilerin, eğitim sürecinde kariyer planlamalarını yapmaları bireysel gelişimlerinin yanında mesleki gelişimlerini de destekleyip olumlu yönde etkileyecektir (Sevinç ve Sabuncu, 2018; Kavurmacı vd., 2021).

Bu bilgiler ışığında hemşire adaylarının motivasyonlarını, özgüvenlerini, ekip arkadaşları ve hizmet verdikleri hastalarla ilişkilerini etkileyen hemşirelik mesleği algısının kariyer planlamalarına etkisi olduğu öngörülmektedir. Literatür incelendiğinde hemşirelik meslek algısı ve kariyer planlamasını içeren çalışmalar mevcuttur (Avcı Çetin et al., 2019; Ayaz Alkaya, 2017; Apaydın Cırık et al., 2022). Ancak hemşirelik öğrencilerinde meslek algısı ile kariyer planlaması arasındaki ilişkinin belirlendiği çalışmalar kısıtlıdır.

Bu doğrultuda, bu çalışma hemşirelik son sınıf öğrencilerinin hemşirelik mesleğini algılama durumları ve kariyer geleceklerine yönelik tutumları arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Materyal Metot

Araştırmanın Tipi: Bu çalışma, hemşirelik son sınıf öğrencilerinin hemşirelik mesleğini algılama durumları ve kariyer geleceklerine yönelik tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla tanımlayıcı ve ilişki arayıcı nitelikte olan bir çalışmadır.

Araştırmanın Evren ve Örneklemi: Araştırmanın evrenini, 2021-2022 eğitim öğretim yılı Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Zübeyde Hanım Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik 4. sınıfında öğrenim gören 143 öğrenci oluşturacaktır. Örneklem seçimi yapılmaksızın evrenin tamamına ulaşılması hedeflenmektedir. Örneklem dahil edilme kriterleri arasında, eğitim öğretime devam etmek, mezun durumunda olmak, verilerin uygulandığı tarih aralığında yüksekokulda bulunmak ve çalışmaya gönüllü olarak katılmak esas alınacaktır.

Veri Toplama Araçları

Kişisel Bilgi Formu (KBF)

Bu form, öğrencilerin yaş, cinsiyet, meslek seçimi gibi özelliklerinin belirlenmesi amacıyla araştırmacı tarafından literatür (Kalafat, 2012) doğrultusunda hazırlanan toplam 8 (sekiz) soruluk bir formdur.

Hemşirelik Mesleğini Algılama Ölçeği (HMAÖ)

Veri toplama aracı olarak 2006 yılında Eşer ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş olan “Hemşirelik Mesleğini Algılama Ölçeği (HMAÖ)”nin kullanılması planlanmaktadır. Ölçekten elde edilen toplam puanın yükselmesi, meslek algısının olumlu yönde olduğunu göstermektedir

(min 22, max 110) (Eşer vd 2006; Eşer vd., 2008). Bu çalışma için ölçeğin Cronbach alpha katsayısı 0.89 olarak saptandı.

Kariyer Geleceği Ölçeği (KARGEL)

2005 yılında Rottinghaus ve arkadaşları tarafından bireylerin olumlu kariyer planlama tutumlarını değerlendirmek amacıyla geliştirilen ölçeğin geçerlilik güvenirlik çalışması 2012 yılında Kalafat tarafından yapılmıştır (Rottinghaus vd., 2005; Kalafat, 2012). Ölçek 15 olumlu, 8 olumsuz madde içermektedir. KU ve Kİ alt boyutlarından alınabilecek en yüksek puan 55, en düşük puan 11, AB alt boyutundan ise en yüksek puan 15, en düşük puan 3'dür (Kalafat, 2012). Bu çalışma için ölçeğin Cronbach alpha katsayısı 0.70 olarak saptandı.

Veri Toplama Araçlarının Uygulanması

Araştırmanın uygulanmasına gerekli izinler alındıktan sonra başlandı. Araştırmanın verilerini 01.05.2022- 31.05.2022 tarihleri arasında toplandı. Veri toplama araçları, öğrencilere araştırma ve ölçekle ilgili açıklamalar yapıp, çalışmaya katılımın gönüllü olduğu belirtilerek araştırmacı tarafından uygulandı. Mezun durumunda olmayan 32, ölçekleri eksik dolduran 6 öğrenci çalışmaya dahil edilemedi. Araştırma toplam 105 öğrenci ile yapıldı. Veriler katılımcıların öz bildirimine dayalı olarak toplandı.

Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmadan elde edilen veriler Statistical Package for Social Sciences (IBM SPSS) 24.0 paket programı kullanılarak analiz edildi. Verilerin normal dağılımı Shapiro-Wilk testi ve histogram grafikleri ile değerlendirildi. Öğrencilerin sosyo-demografik özelliklerinin belirlenmesinde tanımlayıcı istatistikler kullanıldı. Öğrencilerin sosyo-demografik özellikleri ve ölçeklerden alınan puanların karşılaştırılmasında t testi, tek yönlü ANOVA, ölçekleri arasındaki ilişkinin belirlenmesinde pearson korelasyon analizi ve kariyer planlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesinde ise aşamalı çoklu doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır. Elde edilecek sonuçların istatistiksel anlamlılığında $p<0.05$ düzeyi baz alındı.

Araştırmanın Etik İlkeleri

Araştırmaya, çalışmanın yapıldığı kurumdan gerekli izinler alındıktan ve Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Etik Kurul'dan etik kurul onayı (Karar No:2022/01-04) alındıktan sonra başlandı. Araştırmaya katılan öğrencilere Aydınlatılmış Onam ve Bilgilendirilmiş Onam Formu kullanılarak araştırmanın amacı açıklandı ve gönüllü olurları alındı.

BULGULAR

Tablo 1. Bireylerin Demografik ve Tanıtıcı Özelliklerine göre Hemşirelik Mesleğini Algılama Ölçeği (HMAÖ) ve Kariyer Geleceği Ölçeği (KARGEL) Puanlarındaki Farklılıklar (N=105)

Variables	Mean(SD)/n(%)	HMAÖ 91.0(12.48)		KARGEL 83.53(7.59)	
		Mean(SD)/n(%)	t/F/r	Mean(SD)	t/F/r
Yaş	22.62(2.05)		r= -,211*		r= -,101
Gender			t=.107		t= -2,427*
Kadın	87(82.9)	91.06(12.74)		82.52(6.69)	
Erkek	18(17.1)	90.72(11.46)		88.38(9.78)	
Akademik Başarı Düzeyi			t=-,467		t= -,742
2-2.99 Arası	61(58.1)	90.52(13.01)		83.06(7.75)	
3 ve Üstü	44(41.9)	91.68(11.81)		84.18(7.39)	
Bölümü Tercih Nedeni			F=1,266		F= ,866
Kendi İsteğim	48 (47.7)	92.58(14.11)		84.56(6.56)	
Ailemin İsteği	8(7.6)	94.0(6.74)		83.5(4.47)	
İstihdam Olanakları Sebebiyle	49(46.7)	88.97(11.29)		82.53(8.81)	
Bölümü Sevme Durumu			F=3,027*		F= ,341
Seven	79(75.2)	92.49(12.20)		83.81(7.28)	
Sevmeyen	13(12.4)	83.69(14.24)		83.46(8.87)	
Kararsızım	13(12.4)	89.30(10.16)		81.92(8.54)	
Mesleğe Hazır Hissetme Durumu			t=2,604*		t= 2,064*
Evet	87(82.9)	92.41(11.05)		84.21(7.85)	
Hayır	18(17.1)	84.22(15.59)		80.22(5.15)	
Mezuniyet Sonrasında Planı			F=5,705*		F= 5,952*
Sağlık kuruluşlarında hemşirelik yapmak	86(81.9)	92.13(12.46)		83.60(7.28)	
Hemşirelik bölümünde eğitimci olmak	17(16.2)	88,41(8.27)		85.17(7.12)	
Hemşirelik haricinde bir meslek yapmak	2(1.9)	64.5(12.26)		66.5(6.36)	
Etkinliğe Katılma Durumu			t=0.785		t=1,696
Evet	39(37.1)	92.25(13.7)		85.15(7.47)	
Hayır	66(62.9)	90.27(11.73)		82.57(7.55)	

HMAÖ, Hemşirelik Mesleğini Algılama Ölçeği; KARGEL, Kariyer Geleceği Ölçeği;

*p < .05

Bireylerin Demografik özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Çalışmaya katılan öğrencilerin 82.9’u kadın olduğu, % 58.1’inin akademik not ortalaması 2-2.99 arasında, % 47.7’sinin bölüme kendi tercihi ile geldiği, % 75.2’sinin hemşirelik bölümünü sevdiği, %82.9’unun kendisini mesleğine hazır hissettiği, % 81.9’unun mezun olduktan sonra hemşire olarak çalışmak istediği

belirlenmiştir. Öğrencilerin yaş ortalaması 22.62 ± 2.05 olup, % 62.9'u kariyer planlaması ile ilgili herhangi bir etkinliğe katılmadığını belirtmiştir (Tablo 1).

Öğrencilerin HMAÖ toplam puan ortalamasının 91.0 ± 12.48 , KARGEL toplam puan ortalamasının 83.53 ± 7.59 olduğu, hemşirelik mesleği algılarının ve kariyer planlarının olumlu olduğu görülmüştür. Öğrencilerin yaşı ile HMAÖ puanları arasında negatif yönde anlamlı düzeyde ilişki olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin hemşirelik bölümünü sevmeye durumuna göre HMAÖ puanlarının anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği ve bölümü seven öğrencilerin mesleki algı puanlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin cinsiyetine göre KARGEL puanlarının anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği erkek öğrencilerin KARGEL puanlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin mesleğe hazır hissetme durumuna ve mezuniyet sonrası çalışma durumlarına hem HMAÖ hem de KARGEL puanları anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir. Hemşirelik mesleğine hazır hissedenlerin hem HMAÖ hem de KARGEL puanlarının daha yüksek olduğu, mezuniyet sonrası hemşire olarak çalışmak isteyenlerin HMAÖ puanları daha yüksek iken, akademisyen olarak çalışmak isteyenlerin ise KARGEL puanları daha yüksektir (Tablo 1).

Tablo 2. Hemşirelik Mesleğini Algılama Ölçeği (HMAÖ) ve Kariyer Geleceği Ölçeği (KARGEL) Arasındaki İlişki (N=105)

Variables	Mesleki Nitelikler 74.19(9.65)	Mesleki Statü 19.91(2.81)	MHAÖ- Toplam 91.0(12.48)
Kariyer uyumluluğu 39.27(5.08)	$r = 0.164$	$r = ,747^{**}$	$r = ,195^*$
Kariyer Seçimi ve İyimserlik 35.56(3.38)	$r = 0.155$	$r = ,322^{**}$	$r = ,220^*$
İş Piyasasına İlişkin Algılanan Bilgi 8.69(1.86)	$r = -0.101$	$r = 0.127$	$r = -0.04$
KARGEL Toplam 83.53(7.59)	$r = 0.154$	$r = ,675^{**}$	$r = ,219^*$

HMAÖ, Hemşirelik Mesleğini Algılama Ölçeği; KARGEL, Kariyer Geleceği Ölçeği;

* $p < .05$

** $p < .001$

Tablo 2’de HMAÖ ve KARGEL ölçeği toplam ve alt boyut puan ortalamaları arasındaki ilişki verilmiştir. KARGEL ölçeği kariyer uyumluluğu ve kariyer seçimi ve iyimserlik alt boyutları ve toplam puanı ile HMAÖ mesleki statü alt boyutu ve toplam puanı arasında pozitif yönde anlamlı düzeyde ilişki olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Sonuç ve Öneriler

Hemşirelik öğrencilerinin mesleklerinin statüsüne ve niteliğine yönelik algıları kariyer planlamalarını etkileyen önemli bir faktördür. Toplumun her düzeyinin hemşirelik mesleğine ilişkin yanlış meslek algılarının önüne geçebilmek ve kariyer planlarına yön vermek için, sorunları derinlemesine inceleyen güncel hemşirelik çalışmalarının yapılmasına ihtiyaç vardır. Hemşirelik eğitimi veren kurumlar olumlu hemşirelik imajının ve kariyer planlarının geliştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu doğrultuda üniversitelerde kariyer eğitim programlarının düzenlenmesi ve öğrencilerin kariyer planlaması açısından yönlendirilmeleri önerilmektedir. Ayrıca günümüzde toplumun her kesimi tarafından çok aktif şekilde kullanılması sebebiyle medya aracılığıyla da hemşirelikte olumlu algı ve kariyer planlaması oluşturulması için çalışmalar yürütülmelidir.

Kaynaklar

Andersson, EP. (1993). The perspective of student nurses and their perceptions of professional nursing during the nurse training programme. *Journal of Advanced Nursing*, 18, 808-815.

Apaydin, Cirik, V., Gül, U., Aksoy, B. (2022). The image of nursing among nursing and other healthcare professional university students: A mixed-method study. *Nurse Education in Practice*, 59, 103293.

Avcı Çetin S., Işık, G. Çetişli, NE., Üşümez, D., Şencandan, B., Bektaş, C. (2019). Hemşirelik öğrencilerinin profesyonel değerleri ve kariyer planları. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 6(2), 256-265.

Ayaz Alkaya S., Yaman Ş., Simones J. (2018). Professional values and career choice of nursing students. *Nursing Ethics*, 25(2); 243-252.

Aydemir Gedük, EA. (2018). Hemşirelik mesleğinin gelişen rolleri. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 5(2), 253-258.

Bektemür, G., Demiray, S., Özdemir Ürkmez, D. (2016). Hemşirelerin kariyer planlaması: bir eğitim ve araştırma hastanesi örneği. *Okmeydanı Tıp Dergisi*, 32(1), 7-13.

Eşer, İ., Khorshid, L., & Denat, Y. (2004). "Perception of Nursing Profession" Scale Development Study", *Çınar Chronic Kidney Failure Treatments Nurse Journal*, 10(2), 31-39.

Glereana, N., Huplia, M., Talmana, K., Haavistob, E. (2017). Young Peoples' Perceptions of the Nursing Profession: An İntegrative Review. *Nurse Education Today* 57, 95-102.

Kabanya, CN., Mwaniki, P. (2016). Factors influencing the choice of nursing career among newly admitted nursing students in campuses of a medical training institution in Kenya. *Journal of Nursing and Care*, 5, 366.

Karadaş, A., Duran, S., Kaynak, S. (2017). Hemşirelik öğrencilerinin kariyer planlamaya yönelik görüşlerinin belirlenmesi, *SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 1-8.

Kavurmacı, M., Tan, M., Arıkan, D., Yıldız, İ. (2021). Hemşirelik öğrencilerinin lisansüstü eğitime ve kariyer planlamaya yönelik görüşlerinin belirlenmesi. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 24(2), 192-201. doi: 10.17049/ataunihem.645821

Mollaoğlu, M., Yanmış, S. (2019). 4. sınıf hemşirelik öğrencilerinin meslek algısı ve kariyer planlaması arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *SETSCI ConferenceProceedings*, 4(9), 78-81.

Rottinghaus, PJ., Day, SX., & Borgen, FH. (2005). The Career Futures Inventory: A measure of career-related adaptability and optimism. *Journal of Career Assessment*, 13(1), 3-24. <https://doi.org/10.1177/1069072704270271>.

Sevinç, E., Sabuncu, N. (2018). Kariyer planlama ve geliştirme uygulamalarına ilişkin bir özel hastanede çalışan hemşirelerin görüşleri. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (6), 585-606.

Sönmez, B., Önal, M., Yıldız, G. (2019). Hemşirelik son sınıf öğrencilerinin kariyer değerleri ve kariyer geleceği arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 6(1), 127-135.

Şen, S., Özdilek, S., Öz, EN. (2021). Hemşirelik öğrencilerinde kariyer geleceği ile hemşirelik mesleğine yönelik imaj algısı arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Sağlık ve Hemşirelik Yönetim Dergisi*, 8(1), 21-30.

Ünsal, A. (2017). Hemşireliğin dört temel kavramı: insan, çevre, sağlık & hastalık, hemşirelik. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 11-28.

Waddell, J., Spalding, K., Navarro, J., Gaitana, G. (2015). Integrating a career planning and development program into the baccalaureate nursing curriculum: Part III. Impact on faculty's career satisfaction and confidence in providing student career coaching. *International Journal of Nursing Education Scholarship*, 12, 183-90. doi.org/10.1515/ijnes-2015-0070

HEMŞİRELİK SON SINIF ÖĞRENCİLERİNİN HEMŞİRELİK MESLEĞİNİ ALGILAMA DURUMLARI VE KARIYER GELECEKLERİNE YÖNELİK TUTUMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Kezban KORAŞ SÖZEN

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Zübeyde Hanım Sağlık Bilimleri Fakültesi,
Hemşirelik Bölümü, Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği AD., kezban_koras@hotmail.com,

ORCID ID: 0000-0002-7426-5138

Öğr. Gör. Tuğba AYDEMİR

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde Zübeyde Hanım Sağlık Hizmetleri Meslek
Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, İlk ve Acil Yardım Programı,

tugbaozhan50@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7426-5138

ÖZET

Bu çalışma, hemşirelik son sınıf öğrencilerinin hemşirelik mesleğini algılama durumları ve kariyer geleceklerine yönelik tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi ve kariyer planlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla yapıldı. Tanımlayıcı ve ilişki arayıcı nitelikte olan çalışma dahil edilme kriterlerine uyan ve çalışmaya katılmayı kabul eden 105 öğrenci ile yapıldı. Verilerin elde edilmesinde, kişisel bilgi formu, Hemşirelik Mesleğini Algılama Ölçeği (HMAÖ) ve Kariyer Geleceği Ölçeği (KARGEL) kullanıldı. Verilerin değerlendirilmesinde sayı, yüzdelik, aritmetik ortalama ve standart sapma dağılımından yararlandı. Öğrencilerin sosyo-demografik özellikleri ve ölçeklerden alınan puanların karşılaştırılmasında t testi, tek yönlü ANOVA, ölçekleri arasındaki ilişkinin belirlenmesinde pearson korelasyon analizi ve kariyer planlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesinde ise aşamalı çoklu doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerin 82.9’u kadın olduğu, % 47.7’sinin bölüme kendi tercihi ile geldiği, % 75.2’sinin hemşirelik bölümünü sevdiği, % 81.9’unun mezun olduktan sonra hemşire olarak çalışmak istediği belirlenmiştir. Öğrencilerin cinsiyetine, mesleğe hazır hissetme durumuna ve mezuniyet sonrası çalışma durumlarına göre KARGEL puanlarının anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği görülmüştür. KARGEL ölçeği toplam puan, kariyer uyumluluğu, kariyer seçimi ve iyimserlik alt boyutları ile HMAÖ mesleki statü ve HMAÖ- toplam puanları arasında pozitif yönde anlamlı düzeyde ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yaş, cinsiyet, mezuniyet sonrasında çalışma planı ve HMAÖ alt boyutlarının

öğrencilerin kariyer planlarını % 56 düzeyinde açıklayan değişkenler olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin hemşirelik mesleğinin statüsüne ve niteliğine yönelik algılarının, kariyer planlarını etkileyen faktörler olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple hemşirelik öğrencilerinde olumlu meslek algısının geliştirilmesi, geleceğe yönelik pozitif kariyer planlarına sahip olmaları açısından önem taşımaktadır. Bu sebeple, mezun olmadan önce hemşirelik eğitiminin en başından sonuna kadar, mesleğe yönelik profesyonel değerlerin kazandırılarak olumlu mesleki algı geliştirilmesi hedeflenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik, kariyer geleceği planı, meslek algısı, mesleki statü, mesleki nitelik.

DETERMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN FINAL YEAR NURSING STUDENTS' PERCEPTIONS OF THE NURSING PROFESSION AND THEIR ATTITUDES TOWARDS THEIR CAREER FUTURE

ABSTRACT

This study was conducted to examine the relationship between senior nursing students' perception of the nursing profession and their attitudes towards their career future and to determine the factors affecting their career plans. The study, which is descriptive and relationship-seeking, was conducted with 105 students who met the inclusion criteria and agreed to participate in the study. Personal information form, Nursing Profession Perception Scale (NPPS) and Career Future Scale (CFS) were used to obtain the data. Number, percentage, arithmetic mean and standard deviation distribution were used in the evaluation of the data. T test, one-way ANOVA were used to compare the socio-demographic characteristics of the students and the scores obtained from the scales, Pearson correlation analysis was used to determine the relationship between the scales, and stepwise multiple linear regression analysis was used to determine the factors affecting their career plans. It was determined that 82.9 of the students participating in the study were women, 47.7% came to the department by their own choice, 75.2% liked the nursing department, and 81.9% wanted to work as a nurse after graduation. It was observed that CFS scores differed significantly depending on the students' gender, whether they felt ready for the profession, and their employment status after graduation. It was determined that there was a significant positive relationship between the CFS scale total score, career adaptability, career choice and optimism sub-dimensions and NPPS professional status and NPSS-total scores. In addition, it was determined that age, gender, post-graduation work plan and NPSS sub-dimensions were variables that explained students' career plans at a

level of 56%. It has been determined that students' perceptions of the status and quality of the nursing profession are factors affecting their career plans. For this reason, developing a positive professional perception in nursing students is important for them to have positive career plans for the future. For this reason, it should be aimed to develop a positive professional perception by gaining professional values for the profession from the very beginning to the end of nursing education before graduation.

Keywords: Nursing, career future plan, profession perception, professional status, professional qualification.

GİRİŞ

Bireyin, bilgi, deneyim, tutum ve inançlar yoluyla yarattığı zihinsel görüntü ve yorum olarak “algı” olarak tanımlanırken (Glerean et al., 2017), uzun süreli bir eğitim sürecinin ardından kazanılmış, etik kurallar ve ilkelerle sınırları çizilmiş uğraşların bütününe ise “meslek” olarak tanımlanmaktadır. Meslek algısı yaşanan toplumdaki kültür, gelişmişlik seviyesi, siyasi hayat ve refah ortamı gibi birçok faktörden etkilenebilmektedir (Şen vd., 2021). Bu nedenle her mesleğin her ülkede kendine has bir algısı oluşmaktadır. Mesleği seçen kişilerin bu seçimi bilinçli olarak seçmeleri, meslekleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmaları ve severek icra etmeleri mesleğin ilerlemesi ve statüsünün yükseltilmesi için vazgeçilmez bir unsurdur (Sönmez vd., 2019). Türk Hemşireler Derneği hemşirelik mesleğini, “bireyin, ailenin ve toplumun sağlığını ve esenliğini koruma, geliştirme ve hastalık halinde iyileştirme amacına yönelik, hemşirelik hizmetlerinin planlanması, örgütlenmesi, uygulanması, değerlendirilmesinden ve bu hizmetleri yerine getirecek bireylerin eğitiminden sorumlu bilim ve sanattan oluşan bir sağlık disiplini” olarak tanımlamaktadır (Ünsal, 2017; Aydemir Gedük, 2018) Hemşirelik mesleğini algılama kişinin hemşirelik hakkında ne hissettiği ve düşündüğü, kendilerini ve çevrelerini nasıl algıladıklarıyla doğrudan ilişkilidir (Mollaoğlu ve Yanmış, 2019; Çetin Avcı vd., 2019). Hemşirelik öğrencileri için mesleği algılama ise öğrencilerin kendileri ve çevreleri ile hemşirelikteki olay ve uygulamaların uygunluğu ve aldıkları eğitim hakkındaki his, düşünce ve bakış açılarının tamamı olarak tanımlanabilir (Andersson, 1993; Kabanya ve Mwaniki, 2016; Çetin Avcı vd., 2019).

Birey, meslek hayatında başarılı olmak ve ilerlemek hedefiyle kendine izleyeceği bir yol çizer ve bazı süreçlerden geçer (Bektemür vd., 2016; Karadaş vd., 2017). Kariyer, bu hedeflere ulaşmak amacıyla kişinin bilgi, beceri, yetenek ve motivasyonla donatılarak ilerlemesinin sağlanmasıdır (Karadaş vd., 2017; Kılıç vd., 2020). Kariyer planlama ise bu ilerleme sürecinin

öz değerlendirme de yapılarak planlanmasıdır (Bektemür vd., 2016; Kavurmacı vd., 2021) Kariyer planlamasının tüm sektörlerde olduğu gibi hemşirelik mesleğinde de hem öğrenci hem de mezun hemşireler açısından önemi büyüktür (Kalafat, 2012; Waddell vd., 2015). Özellikle hemşire adayları olan öğrencilerin, eğitim sürecinde kariyer planlamalarını yapmaları bireysel gelişimlerinin yanında mesleki gelişimlerini de destekleyip olumlu yönde etkileyecektir (Sevinç ve Sabuncu, 2018; Kavurmacı vd., 2021).

Bu bilgiler ışığında hemşire adaylarının motivasyonlarını, özgüvenlerini, ekip arkadaşları ve hizmet verdikleri hastalarla ilişkilerini etkileyen hemşirelik mesleği algısının kariyer planlamalarına etkisi olduğu öngörülmektedir. Literatür incelendiğinde hemşirelik meslek algısı ve kariyer planlamasını içeren çalışmalar mevcuttur (Avcı Çetin et al., 2019; Ayaz Alkaya, 2017; Apaydın Cırık et al., 2022). Ancak hemşirelik öğrencilerinde meslek algısı ile kariyer planlaması arasındaki ilişkinin belirlendiği çalışmalar kısıtlıdır.

Bu doğrultuda, bu çalışma hemşirelik son sınıf öğrencilerinin hemşirelik mesleğini algılama durumları ve kariyer geleceklerine yönelik tutumları arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Materyal Metot

Araştırmanın Tipi: Bu çalışma, hemşirelik son sınıf öğrencilerinin hemşirelik mesleğini algılama durumları ve kariyer geleceklerine yönelik tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla tanımlayıcı ve ilişki arayıcı nitelikte olan bir çalışmadır.

Araştırmanın Evren ve Örneklemi: Araştırmanın evrenini, 2021-2022 eğitim öğretim yılı Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Zübeyde Hanım Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik 4. sınıfında öğrenim gören 143 öğrenci oluşturacaktır. Örneklem seçimi yapılmaksızın evrenin tamamına ulaşılması hedeflenmektedir. Örnekleme dahil edilme kriterleri arasında, eğitim öğretime devam etmek, mezun durumunda olmak, verilerin uygulandığı tarih aralığında yüksekokulda bulunmak ve çalışmaya gönüllü olarak katılmak esas alınacaktır.

Veri Toplama Araçları

Kişisel Bilgi Formu (KBF)

Bu form, öğrencilerin yaş, cinsiyet, meslek seçimi gibi özelliklerinin belirlenmesi amacıyla araştırmacı tarafından literatür (Kalafat, 2012) doğrultusunda hazırlanan toplam 8 (sekiz) soruluk bir formdur.

Hemşirelik Mesleğini Algılama Ölçeği (HMAÖ)

Veri toplama aracı olarak 2006 yılında Eşer ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş olan “Hemşirelik Mesleğini Algılama Ölçeği (HMAÖ)”nin kullanılması planlanmaktadır. Ölçekten

elde edilen toplam puanın yükselmesi, meslek algısının olumlu yönde olduğunu göstermektedir (min 22, max 110) (Eşer vd 2006; Eşer vd., 2008). Bu çalışma için ölçeğin Cronbach alpha katsayısı 0.89 olarak saptandı.

Kariyer Geleceği Ölçeği (KARGEL)

2005 yılında Rottinghaus ve arkadaşları tarafından bireylerin olumlu kariyer planlama tutumlarını değerlendirmek amacıyla geliştirilen ölçeğin geçerlilik güvenirlik çalışması 2012 yılında Kalafat tarafından yapılmıştır (Rottinghaus vd., 2005; Kalafat, 2012). Ölçek 15 olumlu, 8 olumsuz madde içermektedir. KU ve Kİ alt boyutlarından alınabilecek en yüksek puan 55, en düşük puan 11, AB alt boyutundan ise en yüksek puan 15, en düşük puan 3'dür (Kalafat, 2012). Bu çalışma için ölçeğin Cronbach alpha katsayısı 0.70 olarak saptandı.

Veri Toplama Araçlarının Uygulanması

Araştırmanın uygulanmasına gerekli izinler alındıktan sonra başlandı. Araştırmanın verilerini 01.05.2022- 31.05.2022 tarihleri arasında toplandı. Veri toplama araçları, öğrencilere araştırma ve ölçekle ilgili açıklamalar yapıp, çalışmaya katılımın gönüllü olduğu belirtilerek araştırmacı tarafından uygulandı. Mezun durumunda olmayan 32, ölçekleri eksik dolduran 6 öğrenci çalışmaya dahil edilemedi. Araştırma toplam 105 öğrenci ile yapıldı. Veriler katılımcıların öz bildirimine dayalı olarak toplandı.

Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmadan elde edilen veriler Statistical Package for Social Sciences (IBM SPSS) 24.0 paket programı kullanılarak analiz edildi. Verilerin normal dağılımı Shapiro-Wilk testi ve histogram grafikleri ile değerlendirildi. Öğrencilerin sosyo-demografik özelliklerinin belirlenmesinde tanımlayıcı istatistikler kullanıldı. Öğrencilerin sosyo-demografik özellikleri ve ölçeklerden alınan puanların karşılaştırılmasında t testi, tek yönlü ANOVA, ölçekleri arasındaki ilişkinin belirlenmesinde pearson korelasyon analizi ve kariyer planlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesinde ise aşamalı çoklu doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır. Elde edilecek sonuçların istatistiksel anlamlılığında $p<0.05$ düzeyi baz alındı.

Araştırmanın Etik İlkeleri

Araştırmaya, çalışmanın yapıldığı kurumdan gerekli izinler alındıktan ve Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Etik Kurul'dan etik kurul onayı (Karar No:2022/01-04) alındıktan sonra başlandı. Araştırmaya katılan öğrencilere Aydınlatılmış Onam ve Bilgilendirilmiş Onam Formu kullanılarak araştırmanın amacı açıklandı ve gönüllü olurları alındı.

BULGULAR

Tablo 1. Bireylerin Demografik ve Tanıtıcı Özelliklerine göre Hemşirelik Mesleğini Algılama Ölçeği (HMAÖ) ve Kariyer Geleceği Ölçeği (KARGEL) Puanlarındaki Farklılıklar (N=105)

Variables	Mean(SD)/n(%)	HMAÖ 91.0(12.48)		KARGEL 83.53(7.59)	
		Mean(SD)/n(%)	t/F/r	Mean(SD)	t/F/r
Yaş	22.62(2.05)		r= -,211*		r= -,101
Gender			t=.107		t= -,427*
Kadın	87(82.9)	91.06(12.74)		82.52(6.69)	
Erkek	18(17.1)	90.72(11.46)		88.38(9.78)	
Akademik Başarı Düzeyi			t= -,467		t= -,742
2-2.99 Arası	61(58.1)	90.52(13.01)		83.06(7.75)	
3 ve Üstü	44(41.9)	91.68(11.81)		84.18(7.39)	
Bölümü Tercih Nedeni			F=1,266		F= ,866
Kendi İsteğim	48 (47.7)	92.58(14.11)		84.56(6.56)	
Ailemin İsteği	8(7.6)	94.0(6.74)		83.5(4.47)	
İstihdam Olanakları Sebebiyle	49(46.7)	88.97(11.29)		82.53(8.81)	
Bölümü Sevme Durumu			F=3,027*		F= ,341
Seven	79(75.2)	92.49(12.20)		83.81(7.28)	
Sevmeyen	13(12.4)	83.69(14.24)		83.46(8.87)	
Kararsızım	13(12.4)	89.30(10.16)		81.92(8.54)	
Mesleğe Hazır Hissetme Durumu			t=2,604*		t= 2,064*
Evet	87(82.9)	92.41(11.05)		84.21(7.85)	
Hayır	18(17.1)	84.22(15.59)		80.22(5.15)	
Mezuniyet Sonrasında Planı			F=5,705*		F= 5,952*
Sağlık kuruluşlarında hemşirelik yapmak	86(81.9)	92.13(12.46)		83.60(7.28)	
Hemşirelik bölümünde eğitimci olmak	17(16.2)	88,41(8.27)		85.17(7.12)	
Hemşirelik haricinde bir meslek yapmak	2(1.9)	64.5(12.26)		66.5(6.36)	
Etkinliğe Katılma Durumu			t=0.785		t=1,696
Evet	39(37.1)	92.25(13.7)		85.15(7.47)	
Hayır	66(62.9)	90.27(11.73)		82.57(7.55)	

HMAÖ, Hemşirelik Mesleğini Algılama Ölçeği; KARGEL, Kariyer Geleceği Ölçeği;

*p < .05

Bireylerin Demografik özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Çalışmaya katılan öğrencilerin 82.9’u kadın olduğu, % 58.1’inin akademik not ortalaması 2-2.99 arasında, % 47.7’sinin bölüme kendi tercihi ile geldiği, % 75.2’sinin hemşirelik bölümünü sevdiği, %82.9’unun kendisini mesleğine hazır hissettiği, % 81.9’unun mezun olduktan sonra hemşire olarak çalışmak istediği

belirlenmiştir. Öğrencilerin yaş ortalaması 22.62 ± 2.05 olup, % 62.9'u kariyer planlaması ile ilgili herhangi bir etkinliğe katılmadığını belirtmiştir (Tablo 1).

Öğrencilerin HMAÖ toplam puan ortalamasının 91.0 ± 12.48 , KARGEL toplam puan ortalamasının 83.53 ± 7.59 olduğu, hemşirelik mesleği algılarının ve kariyer planlarının olumlu olduğu görülmüştür. Öğrencilerin yaşı ile HMAÖ puanları arasında negatif yönde anlamlı düzeyde ilişki olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin hemşirelik bölümünü sevmeye durumuna göre HMAÖ puanlarının anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği ve bölümü seven öğrencilerin mesleki algı puanlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin cinsiyetine göre KARGEL puanlarının anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği erkek öğrencilerin KARGEL puanlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin mesleğe hazır hissetme durumuna ve mezuniyet sonrası çalışma durumlarına hem HMAÖ hem de KARGEL puanları anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir. Hemşirelik mesleğine hazır hissedenlerin hem HMAÖ hem de KARGEL puanlarının daha yüksek olduğu, mezuniyet sonrası hemşire olarak çalışmak isteyenlerin HMAÖ puanları daha yüksek iken, akademisyen olarak çalışmak isteyenlerin ise KARGEL puanları daha yüksektir (Tablo 1).

Tablo 2. Hemşirelik Mesleğini Algılama Ölçeği (HMAÖ) ve Kariyer Geleceği Ölçeği (KARGEL) Arasındaki İlişki (N=105)

Variables	Mesleki Nitelikler 74.19(9.65)	Mesleki Statü 19.91(2.81)	MHAÖ- Toplam 91.0(12.48)
Kariyer uyumluluğu 39.27(5.08)	$r = 0.164$	$r = ,747^{**}$	$r = ,195^*$
Kariyer Seçimi ve İyimserlik 35.56(3.38)	$r = 0.155$	$r = ,322^{**}$	$r = ,220^*$
İş Piyasasına İlişkin Algılanan Bilgi 8.69(1.86)	$r = -0.101$	$r = 0.127$	$r = -0.04$
KARGEL Toplam 83.53(7.59)	$r = 0.154$	$r = ,675^{**}$	$r = ,219^*$

HMAÖ, Hemşirelik Mesleğini Algılama Ölçeği; KARGEL, Kariyer Geleceği Ölçeği;

* $p < .05$

** $p < .001$

Tablo 2’de HMAÖ ve KARGEL ölçeği toplam ve alt boyut puan ortalamaları arasındaki ilişki verilmiştir. KARGEL ölçeği kariyer uyumluluğu ve kariyer seçimi ve iyimserlik alt boyutları ve toplam puanı ile HMAÖ mesleki statü alt boyutu ve toplam puanı arasında pozitif yönde anlamlı düzeyde ilişki olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Sonuç ve Öneriler

Hemşirelik öğrencilerinin mesleklerinin statüsüne ve niteliğine yönelik algıları kariyer planlamalarını etkileyen önemli bir faktördür. Toplumun her düzeyinin hemşirelik mesleğine ilişkin yanlış meslek algılarının önüne geçebilmek ve kariyer planlarına yön vermek için, sorunları derinlemesine inceleyen güncel hemşirelik çalışmalarının yapılmasına ihtiyaç vardır. Hemşirelik eğitimi veren kurumlar olumlu hemşirelik imajının ve kariyer planlarının geliştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu doğrultuda üniversitelerde kariyer eğitim programlarının düzenlenmesi ve öğrencilerin kariyer planlaması açısından yönlendirilmeleri önerilmektedir. Ayrıca günümüzde toplumun her kesimi tarafından çok aktif şekilde kullanılması sebebiyle medya aracılığıyla da hemşirelikte olumlu algı ve kariyer planlaması oluşturulması için çalışmalar yürütülmelidir.

Kaynaklar

Andersson, EP. (1993). The perspective of student nurses and their perceptions of professional nursing during the nurse training programme. *Journal of Advanced Nursing*, 18, 808-815.

Apaydin, Cirik, V., Gül, U., Aksoy, B. (2022). The image of nursing among nursing and other healthcare professional university students: A mixed-method study. *Nurse Education in Practice*, 59, 103293.

Avcı Çetin S., Işık, G. Çetişli, NE., Üşümez, D., Şencandan, B., Bektaş, C. (2019). Hemşirelik öğrencilerinin profesyonel değerleri ve kariyer planları. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 6(2), 256-265.

Ayaz Alkaya S., Yaman Ş., Simones J. (2018). Professional values and career choice of nursing students. *Nursing Ethics*, 25(2); 243-252.

Aydemir Gedük, EA. (2018). Hemşirelik mesleğinin gelişen rolleri. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 5(2), 253-258.

Bektemür, G., Demiray, S., Özdemir Ürkmez, D. (2016). Hemşirelerin kariyer planlaması: bir eğitim ve araştırma hastanesi örneği. *Okmeydanı Tıp Dergisi*, 32(1), 7-13.

Eşer, İ., Khorshid, L., & Denat, Y. (2004). "Perception of Nursing Profession" Scale Development Study", *Çınar Chronic Kidney Failure Treatments Nurse Journal*, 10(2), 31-39.

Glereana, N., Huplia, M., Talmana, K., Haavistob, E. (2017). Young Peoples' Perceptions of the Nursing Profession: An İntegrative Review. *Nurse Education Today* 57, 95-102.

Kabanya, CN., Mwaniki, P. (2016). Factors influencing the choice of nursing career among newly admitted nursing students in campuses of a medical training institution in Kenya. *Journal of Nursing and Care*, 5, 366.

Karadaş, A., Duran, S., Kaynak, S. (2017). Hemşirelik öğrencilerinin kariyer planlamaya yönelik görüşlerinin belirlenmesi, *SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 1-8.

Kavurmacı, M., Tan, M., Arıkan, D., Yıldız, İ. (2021). Hemşirelik öğrencilerinin lisansüstü eğitime ve kariyer planlamaya yönelik görüşlerinin belirlenmesi. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 24(2), 192-201. doi: 10.17049/ataunihem.645821

Mollaoğlu, M., Yanmış, S. (2019). 4. sınıf hemşirelik öğrencilerinin meslek algısı ve kariyer planlaması arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *SETSCI ConferenceProceedings*, 4(9), 78-81.

Rottinghaus, PJ., Day, SX., & Borgen, FH. (2005). The Career Futures Inventory: A measure of career-related adaptability and optimism. *Journal of Career Assessment*, 13(1), 3-24. <https://doi.org/10.1177/1069072704270271>.

Sevinç, E., Sabuncu, N. (2018). Kariyer planlama ve geliştirme uygulamalarına ilişkin bir özel hastanede çalışan hemşirelerin görüşleri. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (6), 585-606.

Sönmez, B., Önal, M., Yıldız, G. (2019). Hemşirelik son sınıf öğrencilerinin kariyer değerleri ve kariyer geleceği arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 6(1), 127-135.

Şen, S., Özdilek, S., Öz, EN. (2021). Hemşirelik öğrencilerinde kariyer geleceği ile hemşirelik mesleğine yönelik imaj algısı arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Sağlık ve Hemşirelik Yönetim Dergisi*, 8(1), 21-30.

Ünsal, A. (2017). Hemşireliğin dört temel kavramı: insan, çevre, sağlık & hastalık, hemşirelik. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 11-28.

Waddell, J., Spalding, K., Navarro, J., Gaitana, G. (2015). Integrating a career planning and development program into the baccalaureate nursing curriculum: Part III. Impact on faculty's career satisfaction and confidence in providing student career coaching. *International Journal of Nursing Education Scholarship*, 12, 183-90. doi.org/10.1515/ijnes-2015-0070

KOLALI İÇECEKLERİN KÖK-UR NEMATODLARI (Nematoda: *Meloidogyne* spp.) VE BİTKİDE NEMATODTAN KAYNAKLANAN ZARAR ÜZERİNE ETKİLERİ

Ziraat Yük. Müh. Şevval BARUT¹, Prof. Dr. Sevilhan Mennan²

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, sevalbarut55@hotmail.com - 0000-0002-4331-9711

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, smennan@omu.edu.tr - 0000-0002-4346-8100

Kolalı İçeceklerin Kök-ur Nematodları (*Meloidogyne* spp.) ve Bitkide Nematodtan Kaynaklanan Zarar Üzerine Etkileri

ÖZET

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne arenaria* ve *Meloidogyne javanica*) dünya’da birçok üründe ekonomik olarak büyük kayıplara neden olan obligat bitki parazitidir. Bu çalışma, 2017-2018 yıllarında farklı marka ve çeşit kolların *Meloidogyne arenaria* ve *Meloidogyne javanica* üzerindeki etkinliğinin belirlenmesi için 4 tekerrürlü olarak çalışma kurulmuştur. Çalışmada, bitki boyu (cm), gövde yaş ve kuru ağırlıkları (g), köklerdeki ırlanma oranı (0-10) ve kök başına yumurta sayısı üzerine etkileri verilerine bakılmıştır.

Bu çalışmanın sonuncunda *Meloidogyne arenaria* ve *Meloidogyne javanica* yumurtasının açılımına etkisi tüm dozlarda belirgin bir şekilde görülmektedir. Elde edilen verilere göre denememizde kullandığımız kolanın tüm dozlarının yumurta açılımını düşürdüğü gözlenmiş olup, kolanın yükselen dozlarında yumurta açılımının daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne arenaria*, domates, kola, mücadele

GİRİŞ

Nematodlar, farklı ekosistemlere adepte olmuş, çeşitli beslenme şekillerine sahip, oldukça küçük yapıli hayvansal organizmalardır. Çok hücreli canlıların %80’nini oluştururlar ve genellikle toprakta, suda ve çürümekte olan organik maddelerde yaşarlar. Bulundukları ortamın karbon kaynaklarından biridirler (Gaugler and Bilgrami, 2004). Nematodlar içerisinde,

bitkisel üretimi sınırlayıcı özelliklerinden dolayı bitki paraziti nematodlar en önemli grubu oluşturmaktadırlar. Bitkilerin obligat paraziti olan bitki paraziti nematodlar dünya genelinde %12,3 oranında ürün kayıplarına neden olmakta ve bu zararın mali değerinin ise yaklaşık 100 milyar ABD Dolarına karşılık geldiği bildirilmektedir (Sasser, 1987).

Hayvanlar âlemindeki çok hücreli canlıların %80'ini oluşturan nematodlar; Nematoda şubesine bağlı mikroskobik canlılardır. Genellikle yılan biçiminde, şeffaf olup vücutlarında segmentleşme yoktur. Vücut; baş, gövde ve kuyruk olmak üzere üç kısımdan oluşur. Nematodların vücut duvarında kitin bulunmaz. Çok gelişmiş sinir ve sindirim sistemine sahip olmalarına rağmen dolaşım ve solunum sistemi yoktur (Dikmen, 2009).

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)'nın ikinci dönem larvaları ve erkekleri iplik şeklinde mikroskobik canlılardır. Konukçu bitkinin kökünde irili ufaklı urlar meydana getirmeleriyle kolayca tanınırlar. Dişileri 0.7-0.8 mm boyunda, 0.4-0.5 mm eninde; erkekleri 1.2-2.0 mm, larvalar ise 0.3-0.5 mm boyundadır.

Dişi, vücudunun hemen arkasındaki, bir kısmı gömülü, bir kısmı kök yüzeyinde olan jelatinimsi bir madde içine yumurtalarını bıraktıktan sonra ölür. Konukçu cinsine ve nematod türüne göre değişmekle beraber, bir paket içinde ortalama 400-500 yumurta bulunur, hatta bu sayı 2000'e kadar ulaşabilir. Birinci larva dönemini yumurta içinde geçiren nematod daha sonra üç larva dönemi geçtirdikten sonra ergin hale geçerler. Nematod sadece ikinci larva döneminde bitkiyi enfekte edebilir. Kışa urlu bitki kökü artıklarında ve toprakta yumurta veya larva halinde geçirir. Hafif ve orta karekterli topraklarda yaşar, ağır toprakları sevmez. Toprak sıcaklığı 10 C altında gelişemez, zararı 15 C'de başlar.

Kök ur nematodları iç parazit (endoparazit) nematodlardır. Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) bütün dünyada dağılım gösteren, geniş konukçu dizisine sahip obligat parazitlerdir. Kök ur nematodlarının aralarında sebze, süs bitkileri ve meyveleri kapsayan 2000'den fazla konukçusu vardır. Yabancı otlardan birçoğu da kök ur nematodları için uygun konukçudur. Özellikle köpek üzümü (*Solanum nigrum* L.), kök ur nematodlarına konukçuluk yaparak bulaşık sahalarda enfeksiyon oluştururlar.

Dünyanın tamamında dağılışı gösterirler ve özellikle sulamanın olduğu sıcak bölgelerde, sebze ve meyve üretimi yapılan alanlarda daha zararlı olmaktadır. En önemli konukçuları arasında domates, patlıcan, fasulye, hıyar, patates, şekerpancarı, pamuk, tütün, biber, havuç, ıspanak gibi

sebzeler ve muz, şeftali, erik, incir, dut gibi çok yıllık meyveler yer almaktadır (Whitehead, 1998).

Dünyada tarım alanı olarak kullanılan toprakların %52'sinin kök-ur nematodları ile bulaşık olduğu bilinmektedir. Yumurtadan çıkan larvaların kök dokusuna girerek korteks bölgesinde beslenmeleri sonucu, köklerde larva sayısına bağlı olarak değişen büyüklüklerde, galerin oluşmasına sebep olurlar. Köklerde meydana gelen bu galler, cinse ismini de veren en tipik zarar şekilleridir. Toprak üstü belirtileri birçok hastalık etmeni ve bitki besin maddesi eksikliklerine benzediği halde, toprak altında sebep oldukları irili-ufaklı galfer ile kolayca tanınırlar. Bu açıdan diğer nematodlar içinde en fazla tanınan ve üzerinde çalışılan türlerdir (Trungilt and Block, 2001).

Köklerinde ur bulunan bitkilerin topraktan su ve besin maddesi alışı olumsuz yönde etkilendiğinden gelişme yavaşlar veya durur, bodurlaşma görülür. Kök-ur nematodu ile çok bulaşık bitkiler ise tamamen kuruyabilir (Thorne, 1961). Bulaşık bitkilerin toprak üstü aksanımından şiddetli yaprak klorozları ile birlikte bitkide gelişme geriliği ve solgunluk da görülür. Bütün bunların sonucu olarak, üründe azalma meydana gelmektedir. Bitkide oluşan zarar oranı, nematod yoğunluğu ve bitkinin duyarlılığına bağlı olarak değişmektedir. Toprak altı zararlıları olarak son derece kompleks bir agroekosistemde yaşadıkları için, kök-ur nematodlarının tek başlarına sebep oldukları zararın hesaplanması zordur. Sebzelerde sadece kök-ur nematodlarının neden olduğu ürün kaybının %50-80 arasında değiştiği bilinmektedir. Tropikal ülkelerde, bu nematodların neden olduğu yıllık ürün kaybının %15 olduğu ve sebzelerde ise bu oranın %50 hatta %80'e varabileceği tespit edilmiştir.

Kök-ur nematodlarının doğrudan zararları yanında, fungal ve bakteriyel hastalıklara karşı bitkiyi hazırlanmaları ve köke girerken açtıkları yerlerden mikroorganizmaların girişine imkan sağlamaları da dolaylı zararlı olarak ortaya çıkmaktadır (Stirling, 1991). Son yıllarda uluslararası yapılan sorveylerde, Ekvator, Maliwi ve SenegaEdc sebze üretim alanlarında %89'unun kök-ur nematodları ile bulaşık olduğu saptanmıştır (Trudgill and Blok, 2001).

Ülkemizde Özellikle sebze yetiştirilen alanlar kök ur nematodları ile bulaşıktır. Dünyada 90'ın üzerinde türü bulunan kök-ur nematodlarının ülkemizde 7 türü saptanmıştır. Bunlarda; *Meloidogyne incognite* (kofoid and White), *M. javanica* (Treub), *M. arenaria* (Neal) ve *M. hapla* (Chitwood) en önemli türler olup diğerleri ise *M. acrita* (Chitwood), *M. exigua* (Gocldi) ve *M.*

Thamesi (Chitwoodyd/r. *M. incognita* ve *M. javanica* ülkemizde özellikle yıllık ortalama sıcaklıkları yüksek olan Ege ve Akdeniz kıyı şeridinde ve benzeri mikroklima alanlarında, *M.hapla* ise daha iç ve yüksek kesimlerde bulunmaktadır (Anonymous, 2008).

Nematodlarla mücadelede nematisidler kullanılabilir. Fakat nematisidler çevre, doğal yaşam ve insan sağlığına olumsuz etkileri bulunmaktadır (Stirling, 1991). Ayrıca uygulamaları da son derece pahalı ve zordur. Bu nedenlerle nematodlarla mücadelede, doğal düşmanlardan faydalanılarak yapılan biyolojik mücadele önem kazanmıştır. Biyolojik mücadele, son yıllarda yoğun olarak çalışılan alternatif yöntemlerin başında gelmektedir (Whitehead, 1998).

Toprakta yaşamları nedeniyle kök-ur nematodlarının pek çok doğal düşmanları vardır. Kök-ur nematodların başlıca parazitleri fungal ve bakteriyel etmenler, predatörleri ise; Amoebae, Collembola; Turbellaria, Enchytraeid, Tardigrade, akarlar ve entomopatojen nematodlardır. (Katı ve Mennan, 2006).

Nematodlara karşı kullanılan savaş yöntemleri içerisinde en yaygın olanları kültürel önlemler ve kimyasal savaş olup, bunlar da her zaman yeterli etkiyi göstermemektedir. Örneğin, bazı nematod olan çok geniş konukçu dizilerinin olması, toprakta uzun süre canlı kalabilmesi ve üreticilerin yoğun tarım yapılan yerlerde uygulamak istememesi Ekim Nöbeti'nin başarısını sınırlamaktadır. Kültürel önlemlerden dayanıklı çeşit yetiştirme ise, nematodların doğada birçok ırklarının bulunması, zamanla yeni ırklar oluşturmaları ve elde edilen dayanıklı bitki çeşitlerinin her bölgeye adapte olamaması da yine aynı başarısızlığa neden olmaktadır. Diğer taraftan çoğu fumigant etkili olan nematisitlerin geniş alanda alanlarda kullanıma güçlükleri, ekonomik olmayışları ve doğrudan doğaya toprağa uygulanmasıyla taban suyunda tolerans düzeylerinin üzerinde kalıntı bırakabilme özellikleri kimyasal savaş önemli ölçüde sınırlamaktadır (Elekçioğlu ve Uygun, 1990).

Son 20 yıl içinde gelişmeler hangi beklentileri ve fırsatları bitki paraziti nematodların biyolojik kontrolü için üzerinde Önemli etkiler oluşturmuştur. İlk birkaç nematisid kullanımı ve üretimi (Thomason, 1987) ile çevre sorunları nedeniyle piyasadan çekilmiştir. Bunun sonucu, gıda üretiminde zirai ilaç kullanımı üzerinde artan kamu endişesi gibi, biyolojik ajanların kullanımı da dahil olmak üzere alternatif yöntemlerin geliştirilmesinde ilgi artırmıştır. Mono kültür yapılan yerlerde mantarların ve bakterilerin kist ve kök ur nematodunu kontrol edebileceği belirlenmiş (Stirling, 1991). Bu tür nematod baskılayıcı dünyanın dört bir yanında

belirlenmiştir. Nematodla mücadelede mantar ve bakteriye dayalı ticari ürün sayısı, ancak geliştirilenler ancak şimdiye kadar sadece sınırlı başarılı olundu. Biyolojik kontrol ajanlarının diğer kültürel önlemler ile birleştirilerek daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Anonymous, 2011).

Kimyasal mücadelede kullanılan ilaçların yüksek toksik etkiye sahip geniş etkili fumigantlar olması insan ve çevre sağlığı açısından önemli risklere neden olmaktadır. Bu itibarla, bitki paraziti nematodlarla mücadelede kimyasal mücadeleye alternatif yöntemler üzerinde durulmaya başlanmıştır (Aydınlı, 2010).

Alternatif mücadele yöntemleri içerisinde bazı bitkilerin doğal olarak sahip oldukları toksik bileşikler dikkate alınarak, mücadelede kullanılma olanakları araştırılmaya başlanmıştır. Bu özellikteki bitkiler, topraktaki nematod popülasyonu üzerinde toksik etkilere sahip organik bileşikler üretmektedir. Bu doğal bileşikler, bitkilerin köklerinden toprağa salınmaktadır ya da yeşil gübre olarak, bitkiler ile birlikte toprağa karıştırılmaktadır (Mennan ve Katı,2010).

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Kök-ur nematodları ilk kez 1885 yılında Berkeley tarafından İngiltere’de hıyar serasında tespit edilmiştir (Webster, 1972). Birçok araştırmacı kök-ur nematodları üzerinde çalışmalar yapmıştır. 1970’li yılların sonunda 36 *Meloidogyne* türü listelenmiştir. *Meloidogyne* cinsi içerisinde 60’dan fazla tür (61 tür ve 2 alt tür) olduğunu tespit edilmiştir (Eisenback and Triantaphyllou, 1991).

Kök-ur nematodu türleri arasında özellikle *M. incognita* türü dünyanın tropik ve subtropik bölgelerinde ekonomik yönden önemli bir zararlıdır. Afrika, Avustralya, Hindistan, İsrail ve Japonya’da yüksek derecede yayılış göstermiştir. Kuzey Avrupa, Kanada ve Rusya’da ise seralarda bulunduğu belirtilmiştir (Thorne, 1961).

Ferris ve Mc Kenry (1974) Kaliforniya’nın asma alanlarında nematodların yayılışı üzerine çalışma yapmışlar 40 asmadan alınan örnekleri incelemişler ve kök-ur nematodunun asma üzerinde yoğun olarak bulunduğunu saptamışlar ve dişi bireylerin perineal preparatları ile kromozom sayılarına bakarak *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. arenaria* türlerini belirlemişlerdir.

Meloidogyne incognita pamuk kök-ur nematodu olarak bilinmektedir. Dünyada görülen kök-ur nematodları içinde %52’lik bulunma olasılığına sahiptir. Dünyada 40 derece kuzey, 33 derece güney boylamlarına sahip geniş bir coğrafik alanda ortaya çıkmaktadır (Taylor ve ark., 1982).

Sasser ve Carter (1985), Uluslararası *Meloidogyne* Projesi (IMP) adlı dünya çapında yürütülen araştırmada, tarımsal alanlardan elde edilen örneklerin morfolojik karakterlerine, dişilerinin perineal preparatlarına ve konukçu testlerine göre; %52’sinin *M. incognita*, %30’unun *M. javanica*, %8’inin *M. arenaria* %8’inin *M. hapla* ve %2’sinin başta *M. exigua* ve diğer türler olarak teşhis edildiğini ve Kuzey Karolina Konukçu Testi’ne göre *M. incognita*’nın 4, *M. arenaria*’nın 2 ırkının tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Mullin ve ark. (1991), Kolombiya ve Peru’da fasulye üretim alanlarında yaptıkları araştırmada, Peru’da *M. incognita*’nın % 66, *M. javanica*’nın % 7 oranlarında , Kolombiya’da ise aynı türlerin sırasıyla % 62 ve % 21, *M. arenaria* ve *M. hapla*’nın % 14 oranlarında

bulunduğunu ve bu alanlarda kök-ur nematodlarının üründe meydana getirdiği zararın % 45-63 olduğunu ifade etmişlerdir.

Fungus, virüs, bakteri gibi mikroorganizmalar ile böcekler, akarlar ve diğer hayvansal zararlıların yanı sıra domateslerde görülen en önemli zararlarından biri de kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)’dır. Kök-ur nematodları, domates bitkisinde beslenmeleri sonucu, gerek doğrudan gerekse dolaylı olarak önemli derecede zarara neden olmaktadır (Sasser and Carter, 1985).

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) bütün dünyada dağılım gösteren, geniş konukçu dizesine sahip obligat parazitlerdir. En önemli konukçular arasında domates, patlıcan, fasulye, hıyar, patates, şekerpancarı, pamuk, tütün, biber, havuç, ıspanak gibi sebzeler ve muz, şeftali, erik, incir, dut gibi çok yıllık meyveler yer almaktadır (Whitehead, 1998). Dünyada tarım alanı olarak kullanılan toprakların %52’sinin kök-ur nematodları ile bulaşık olduğu bilinmektedir. Yumurtadan çıkan larvaların kök dokusuna girerek korteks bölgesinde beslenmeleri sonucu, köklerde larva sayısına bağlı olarak değişen büyüklüklerde, galerin oluşmasına sebep olurlar. Köklerde meydana gelen bu galler, cinse ismini de veren en tipik zarar şekilleridir. Toprak üstü belirtileri, birçok hastalık etmeni ve bitki besin maddesi eksikliklerine benzediği halde, toprak altında sebep oldukları irili-ufaklı galler ile kolayca tanınırlar. Bu açıdan diğer nematodlar içinde en fazla tanınan ve üzerinde çalışılan türlerdir (Trudgill and Block, 2001).

Köklerinde ur bulunan bitkilerin topraktan su ve besin maddesi alışı olumsuz yönde etkilendiğinden gelişme yavaşlar veya durur, bodurlaşma görülür. Kök-ur nematodu ile çok bulaşık bitkiler ise tamamen kuruyabilir (Thorne, 1961). Bulaşık bitkilerin toprak üstü aksamında şiddetli yaprak klorozları ile birlikte bitkide gelişme geriliği ve solgunluk da görülür. Bütün bunların sonucu olarak, üründe azalma meydana gelmektedir.

Baird ve ark. (1996), Gürcistan’ın pamuk yetiştirilen alanlarında bitki paraziti nematodların coğrafi yayılışlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışma eylül ve aralık ayları boyunca 11 farklı bölgeden toplam 778 örnekleme sonucunda bitki paraziti olan 4 nematod cinsinin varlığını belirlemişler ve bu cinsler içerisinde en yüksek seviyede *Meloidogyne* spp.’nin olduğunu bildirmişlerdir.

Sellami ve ark. (1999), Cezayir’in başlıca tarımsal alanlarındaki 8 ayrı bölgede, sera alanlarındaki kök-ur nematodu türlerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, *M.*

incognita, *M. arenaria*, *M. javanica* ve *M. hapla* olmak üzere 4 önemli türün varlığını bildirmişlerdir.

Tzortzakakis ve ark. (1999), Yunanistan'ın Crete bölgesi'nde sebze üretimi yapılan alanlarda yapmış oldukları sürvey çalışmaları sonucunda kök-ur nematodu zararının daha çok *M. javanica* türü tarafından oluşturulduğunu ve biber yetiştirilen bölgelerde *M. incognita*'nın zararının düşük seviyede olduğunu belirlemişlerdir.

Dautova ve Gommers (2000), Makedonya'daki kök-ur nematodu türlerini belirlemek için yaptıkları çalışmada, 9 farklı bölgeden alınan 73 adet kök-ur nematodu popülasyonunun %47,9'unun *M. incognita*, %35,6'sının *M. javanica*, %13,7'sinin *M. arenaria* ve %2,7'sinin *M. hapla* olduğunu ve bütün bölgelerdeki türlerin karışık popülasyon şeklinde bulunduğunu saptamışlardır.

Fourie ve ark. (2001), Güney Afrika'nın soya fasulyesi (*Glycine max* L.) üretiminin yapıldığı 17 farklı bölgesindeki toprak ve kök örneklerini inceledikleri çalışmada, 12 bitki paraziti nematod cinsi ve 25 farklı nematod türü tespit etmişlerdir. Kök örneklerinden %91'inde kök-ur nematodlarının saptandığını ve *M. incognita*, *M. javanica*, *M. hapla* ve *M. Ethiopica*'nın hakim türler olduğunu bildirmişlerdir. Bu türlerin kum ve kil oranı yüksek olan topraklarda daha yaygın olarak bulunduğunu ortaya koymuşlardır.

Mitkowski ve ark. (2002), New York'ta sebze üretimi yapılan alanlarda yayılım gösteren kök-ur nematodu türlerini belirlemek ve nematod mücadelesinde etkili rotasyon uygulamasını saptamak için yaptıkları çalışmada, 18 farklı bölgeden elde ettikleri kök-ur nematodu popülasyonlarının perineal preparat ve sitolojik analizlerini yapmışlar. Mevcut türün sadece *M. hapla* olduğunu ve elde edilen bütün popülasyonların konukçu dizisi bakımından benzerlik gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Güney İspanya'nın ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) yetiştirilen bölgelerinde *Meloidogyne* türlerinin varlığını araştıran Castillo ve Jimenez-Diaz (2003), ıspanak bitkilerinin yüksek seviyede kök-ur nematodu ile bulaşık olduğunu, kök örneklerinden elde edilen popülasyonların dişilerinin perineal preparatları, fenotip esterazları ve konukçu testlerinin yapılması sonucunda kök örneklerinin %85,7'sinin, toprak örneklerinin ise %100'ünün *M. incognita* ile bulaşık olduğunu ve nematod zararının ıspanak bitkisinde sararma, gelişme geriliği ile yoğun bulaşmalarda ise yüksek seviyede ürün kaybının meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Sirca ve ark. (2003), kök-ur nematodlarının bütün dünyada geniş yayılış gösterdiğini, fakat Slovenya’da kayıt edilmiş bir bilgi olmadığını, ancak 2002’nin yaz aylarında Slovenya’nın bir çok bölgesinde yaptıkları surveyler sonucunda, seralarda biber bitkisinin köklerinde büyük ırların gözlemlendiğini ve bu popülasyonların incelenmesi ile, dönemleri de kaydedilerek *M. incognita* ve *M. hapla* türlerinin belirlendiğini ortaya koymuşlardır.

Davis ve May (2005), Amerika’da tütünlerde kök-ur nematodlarından dolayı ortaya çıkan ürün kaybının %47,0 oranında olduğunu ifade etmişlerdir.

Pakistan’ın 7 farklı bölgesinde yaptıkları surveylerde domates bitkisi yetiştirilen alanlarda kök-ur nematodları ile bulaşıklık seviyesinin %69,23 ile %55,55 arasında olduğu ve popülasyon yoğunluğu en yüksek bölgenin, %69,23 oranı ile Okara olarak belirlendiği Khan ve ark.(2006) tarafından bildirilmiştir.

Ploetz (2011), *M.arenaria*, *M.hapla*, *M.incognita*, *M.javanica* türleri için kivi’nin konukçu bitki olduğunu ve diğer patojenlerle sinerjik ilişki içinde olduğunu belirtmişlerdir.

Pakistan’ın Pathowar bölgesi genelinde hıyarda yaptıkları çalışmada %78.53 *Meloidogyne incognita*, %19.03 *Meloidogyne javanica*, %1.82 *Meloidogyne arenaria*, %0.62 *Meloidogyne hapla* tespit etmişler. Ancak % 70.37’sini *M.javanica* ve *M.incognita*’nın oluşturduğu Kayani ve ark. (2013) tarafından belirlenmiştir.

Brezilya’nın Espirito Santo eyaletinde *Meloidogyne* türlerinin kahve üretim alanlarında yayılışı üzerine yapılan çalışmalarda *M. exigua*, *M.incognita* ve *M.paranaensis* tespit edilmiştir. Bölgede üretilen kahvede %21 *M. incognita* ve bölgenin güneyinde ise %66.6 *M. exigua* olduğunu Barros ve Oliveira (2014) tespit etmişlerdir.

TÜRKİYE’DEKİ ÇALIŞMALAR

Alkan (1962), Türkiye’deki zararlı nematod faunası üzerinde ilk incelemelerde bulunan kök-ur nematodlarının 4 yaygın türünün (*M.incognita*, *M.arenaria*, *M.javanica* ve *M.hapla*) şekerpancarında zararlı olduğunu ifade etmiştir. Yüksel (1974), Kök-ur nematodlarının belirlemek amacıyla Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz bölgesinde yapmış olduğu araştırmada, bulaşık bitkilerin kök ve yumrularının laboratuvarında incelenmesi sonucunda, *M.incognita*, *M.arenaria*, *M.hapla* ve *M.javanica* türlerini belirlemiş bulunmaktadır.

Kaşkavalcı ve Öncüler (1999), Aydın ilinde yazlık sebzelerin yetiştirildiği alanların %96,3’ünün *Meloidogyne* spp. ile farklı seviyelerde bulaşık olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda sırasıyla, *M.incognita* (%80,06), *M.javanica* (%14,49) ve *M.hapla* (%5,45) türleri saptanmıştır.

Basım ve ark. (2002), Isparta ilindeki sebze seralarında *Meloidogyne* spp., *Tylenchus* spp., *Ditylenchus* spp. ve *Mononchus* spp.’ni kaydetmişler ve *M.incognita* türüne ise en çok marul seralarında rastlandığı belirtilmiştir.

Kök-ur nematodları ilk defa 1934 yılında Nihat İyriboz tarafından Samsun’da tespit edilmiştir.

Yüksel (1966), Karadeniz Bölgesi’nin farklı alanlarından elde ettiği kök-ur nematodlarının dişi bireylerinin perineal preparatlarını incelediğinde bir kısmının yüksek kemeri ile *M. incognita*’ya bir kısmının da *M.hapla*’ya benzediğini görüp, bu tip bireylerin yumurtalarını kullanarak elde ettiği birinci generasyonunun anal kesitlerinin tamamen *M. incognita* olması sonucunda, bu türlerin *M. incognita*’nın bir varyasyonu olduğunu ifade etmiştir.

Yüksel (1967), Iğdır Ovası’ndan elde ettiği kök-ur nematodu dişilerinin perineal preparatlarını incelemiş ve yörede ilk defa *M. hapla* ve *M. incognita*’nın bulunduğunu belirtmiştir. Bu türlerin kanatlı varyasyonlarının ayırt edici özelliklerini açıklamıştır.

Öztüzün (1970), 1967-1968 yılları arasında mevcut nematodların türlerini saptamak amacıyla Malatya, Erzincan, Elazığ illeri merkez ve ilçelerinde sebze tarımı yapılan alanlarda yaptığı survey sonucunda, Malatya merkezden alınan 13 örnekten 2; Elazığ merkezden alınan 12 örnekten 1; Palu ilçesinden alınan 6 örnekten 1’inin kök-ur nematodları ile bulaşık olduğunu,

Erzincan’da bulaşıklığa rastlanmadığını ve yapılan teşhisler ile mevcut türün sadece *M. incognita* olduğunu bildirmiştir.

Yüksel (1974), ülkemizin değişik bölgelerinde kök-ur nematodlarının 4 yaygın türünün de bulunduğunu, Karadeniz Bölgesi’nde ise Samsun’un doğusunda kalan illerdeki sebze ve meyvelerde, yalnız *M. incognita* türü bulunurken, batısında kalan illerde ise *M. incognita* ve *M. arenaria* türlerinin bulunduğunu belirtmiştir. Türkiye’de kök-ur nematodlarının iklim şartlarından ve toprak faktörlerinden etkilendiğini de belirtmiştir.

Ertürk ve ark. (1975), Ege Bölgesi’ndeki sebze ve meyve alanlarında, kök-ur nematodu türleri arasında en çok *M. incognita* ve *M. javanica*’nın bulunduğunu bildirmiştir.

Ağdacı (1978), 1973-1976 yılları arasında Akdeniz Bölgesi’ndeki kabakgil (Cucurbitaceae) yetiştirilen 717 adet seranın, 248’inin kök-ur nematodu türlerinden *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* ve *M. Thamesi* ile bulaşık olduğu, Antalya’da kök-ur nematodu nedeniyle meydana gelen zararın %16,7, Adana’da ise %47 ve bulaşık bitkilerin vejetatif gelişmelerinin sağlıklı bitkilere oranla oldukça zayıf olduğu ortaya konmuştur.

Apan (1988a,b), Bafra ve Çarşamba ilçesindeki sebze yetiştiriciliğinin tespit edilmesi için yaptığı çalışmalarda, o bölgedeki sebze zararlıları içinde; domates, patlıcan, bamya, havuç, fasulye bitkilerinde saptanan kök-ur nematodlarından söz etmişlerdir.

Elekçioğlu ve ark. (1994), Doğu Akdeniz Bölgesinde ekonomik öneme sahip bitkilerde bulunan bitki paraziti nematodları araştırdıkları çalışmada, 36 nematod türünün bulunduğunu, muz, hıyar, patlıcan, biber, fasulye ve buğday gibi bitkilerin köklerinde *Meloidogyne* spp’nin saptandığını, özellikle *M. incognita* ve *M. javanica*’nın yoğun olarak bulunduğunu bildirmişlerdir.

Elekçioğlu ve Uygun (1994), Doğu Akdeniz Bölgesindeki ekonomik öneme sahip bitkilerdeki bitki paraziti nematodların varlığı ve yayılışını üzerine araştırma yapmış, muz ve birçok sebzenin köklerinde *Meloidogyne* spp’nin (*M. Incognita*, *M. javanica* ve *M. arenaria*) yüksek oranda bulunduğunu, özellikle domates, biber ve patlıcan gibi sebzeler üzerinde *M. incognita* ve *M. javanica*’nın yoğun 12 opülasyon oluşturduklarını ve bölgedeki muz alanlarının %50’den fazlasının *M. javanica* ile ağır bulaşık olduğunu bildirmişlerdir.

Mennan (1996), Bafra ve Çarşamba ovaları yazlık sebze üretim alanlarındaki en yaygın türün %65 ile *M. incognita* olduğunu, %22,5 oranı ile *M. arenaria* ve %12,5 ile de *M. hapla*'nın diğer yaygın türler olduğunu belirlemiştir.

Söğüt (1996), Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Adana, Hatay, İçel ve Batı Akdeniz Bölgesi'nde Antalya ili sebze alanlarında bulunan *Meloidogyne* türleri ve ırklarını belirlemek amacıyla farklı alanlardan toplanan 38 *Meloidogyne* 12 opülasyonunda 21 adedinin *M. javanica* (%55), 16 adedinin *M. incognita* (%42), 1 adedinin ise *M. hapla* (%3) olduğunu bildirmiştir.

Kaşkavalı ve Öncüler (1999), Aydın ilinin yazlık sebze yetiştirilen alanların %96,3'ünün *Meloidogyne* spp. ile farklı yoğunluklarda bulaşık olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda sırasıyla, *M. incognita* (%80,06), *M. javanica* (%14,49) ve *M. hapla* (% 5,45) türleri tespit edilmiştir.

Basın ve ark. (2002), Isparta ili sebze seralarında *Meloidogyne* spp., *Tylenchus* spp., *Ditylenchus* spp. ve *Mononchus* spp.'ni kaydetmişler ve *M. incognita* türüne en çok marul seralarında rastlandığını bildirmişlerdir.

Akyazı ve Ecevit (2008), Tokat ili sebze alanlarında kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp)'nın tür ve ırklarının saptanması üzerine yaptıkları 13 opülasyon kök-ur nematodu bulaşıklık oranın Erbaa İlçesinde %34,5, Niksar İlçesinde %5,5 olduğunu belirlemişler ve kök-ur nematodu türlerinden yalnızca *Meloidogyne incognita* türünü tespit etmişlerdir.

Elekcioğlu ve Özarslandan (2009), Türkiye genelinden elde ettikleri 79 Kök-ur nematodu 13 opülasyonundan 22 adedinin *M. incognita*, 21 adedinin *M. arenaria*, 28 adedinin *M. javanica* ve 8 adedinin de *M. Chitwoodi* olduğu saptanmış olup, bunların bulunma oranları sırasıyla, %28, %27, %35 ve %10 olarak saptanmıştır. Bu türlerden *M. Chitwoodi* Türkiye nematod faunası için yeni kayıt niteliğinde olduğunu belirtmişlerdir. Patates örneklerinden elde edilen Kök-ur nematodlarının tamamının *M. Chitwoodi* olduğu tespit etmişlerdir.

Çakmak (2011), Kahramanmaraş Bölgesi ve çevresindeki tarım arazilerinin yaklaşık %20'sinde kök-ur nematodlarının bulaşık olduğu görülmüş olup, bu görülen nematodlarının tamamının *Meloidogyne incognita* adı verilen tek türe ait olduğu belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1 MATERYAL

3.1.1 - Kök-ur nematodu (*Meloidogyne arenaria* ve *Meloidogyne javanica*) popülasyonu

3.1.2 – Kolalı içecek

3.1.1. Kök-ur nematodu (*Meloidogyne arenaria* ve *Meloidogyne javanica*) popülasyonu

Çalışmanın ana materyalini oluşturan *Meloidogyne arenaria* ve *Meloidogyne javanica* popülasyonları, OMÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Serasında saflaştırılarak hassas domates bitkilerinde seri kültüre alınmış popülasyondan elde edilmiştir.

3.1.2 Kola

Kola; karamel ile renklendirilen, şekerli veya tatlandırıcılı, kafein içeren, alkolsüz, sodalı bir içecek. Botanikte *Cola acuminata* olarak geçen ağacın meyveleri ve onun meşrubat olarak kullanılan haline verilen isimdir. Bu meyvenin tohumunun kırmızı bir suyu vardır. Kolanın içeriğinde kafein, karamel, şeker, fosforik asit, karbondioksit, su, tatlandırıcılar ve aroma vericiler bulunmaktadır.

3.2. METOT

3.2.1. Kök-ur Nematodu ile Bulaşık Bitki Köklerinden Yumurta Kümelerinin Elde Edilmesi

Labaratuvara getirilen *M.arenaria* ve *M.javanica* ile bulaşık kökler temizce yıkanıp, 1 – 1,5 cm uzunluğunda kesilmiştir.

Kesilen kökler %5'lik çamaşır suyu ile blendır da 3 kez 10 sn karıştırılmıştır. Karıştırılan kökler 200 mesh'lik elek üstte 500 mesh'lik elek altta olmak üzere bol suyla yıkanarak yumurta kümeleri elde edilmiştir.

3.2.2. 1. Denemenin Kurulması

Deneme 9 farklı kola çeşiti olmak üzere 4 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

- 1.Kola : Coca cola Classic
- 2.Kola : Coca cola Zero
- 3.Kola : Coca cola Light
- 4.Kola : Pepsi Classic
- 5.Kola : Pepsi Twist (Limon)
- 6.Kola : Le cola Classic
- 7.Kola : Le cola Light
- 8.Kola : Cola Turka
- 9.Kola : Crown cola

Kullanacağımız kolalı içeceklerden 10 ml alınarak önceden numaralandırılmış petri kaplarına koyulmuştur. Yumurta açılım kaplarına 1 adet Meloidogyne türü yumurta kümesi koyularak içleri kola dolu olan petrilerin kapakları kapatılmıştır.

3.2.3. Denemenin Kurulması ve Sonucu

Petrilerdeki larva sayımları sonucunda yumurta kümesi koyduğumuz yumurta açılım kaplarından yumurtaların geçtiği ve yumurtaların kolaya düştüğü gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak 3 günün sonunda kolalı içeceğin yumurta kümesi etrafındaki matriksi jel tabakayı erittiği ve yumurtaları ayırdığı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda yumurtaların asit içerisinde açılmadığı ve kolanın küf bağladığı sonucu değerlendirilmiştir.

3.3.2. Deneme Kolalı İçeceğin Kök-ur Nematod Yumurtası ile Bulaşık Bitki Üzerindeki Etkileri

Materyal

Çalışmanın ana materyalini *Meloidoygne arenaria* ve *Meloidoygne javanica* ile domates fidesi (Falcon), klasik kola içeceği, steril toprak ve steril kum oluşturmaktadır.

Yöntem

Denemede kullanılan topraklar ve kumlar etüvde 165 °C’de 3 saat tutularak steril edilmiştir.

Domates tohumlarının ekilip şaşırtılması

Tohumlar 25 °C sıcaklık ve %70 neme sahip iklim odasında steril torf içeren viyollerde fide haline getirilmiştir. Şaşırtma büyüklüğüne gelen fideler steril kum ve toprak karışımına su ve dozları farklı kolalar karıştırılmıştır.

3.3.1. Denemenin kurulması

4 tekerrürlü olmak üzere, 200 g steril toprağa nematod, su ve kola içeceği karıştırılmıştır. Her bir toprağa 1500 yumurta olacak şekilde ve kontrol hariç kola dozu 1/2 oranda azaltılarak topraklara verilmiştir.

Su, kolalı içecek ve nematod yumurtası karıştırılmış topraklar 200 gr’lık plastik bardak saksıların içerisine koyulmuş ve hazırlanan domates fideleri bardak saksılara dikilmiştir. Hazırlanan deneme Omü Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü seralarına yerleştirilmiştir.



Görsel 3.3.1 Seralardaki pet bardak saksılar

3.3.2 Kök-Ur Nematodu İle Bulaşık Ve Kola Kullanılan Domates Fidelerinin Değerlendirilmesi

Kök-ur nematodu yumurtaları bulaştırılan bitkilerde kullanılan kolanın nematod ve bitki gelişimi üzerine etkilerini belirlemek için domates bitkilerinin günlük bakım ve sulamaları yapılmıştır.

Yapılan bulaştırmadan 60 gün sonra bitki boyları şerit metre ile ölçülerek kaydedilmiştir. Bitkilerin yapraklanma durumları ise kök boğazından itibaren bileşik yaprakların sayılması ile elde edilmiştir. Bitkinin kök kısmı su içinde dikkatlice yıkanarak toprağından arındırılmış oda sıcaklığında 2-3 saat bekletilerek yaş kök ve gövde ağırlıkları hassas terazide tartılmıştır. Yıkanan köklerden blender yöntemi ile nematod yumurtaları elde edilmiş ve her gruptan 10 ml alınarak mikroskop altında yumurta sayımları yapıp kaydedilmiştir. Kuru gövde ağırlıklarının tespiti için ise bitkiler kese kağıtları içinde 80 C etüvde 48 saat bekletildikten sonra tartılmıştır.

Bitki köklerindeki ırlanma oranları (gal indeksi) 0-10 ur sıkalası (Zeck, 1971) kullanılarak değerlendirilmiştir. Buna göre ;

Kök gal indeksi (Piedro- Bueno ve ark.,2011).

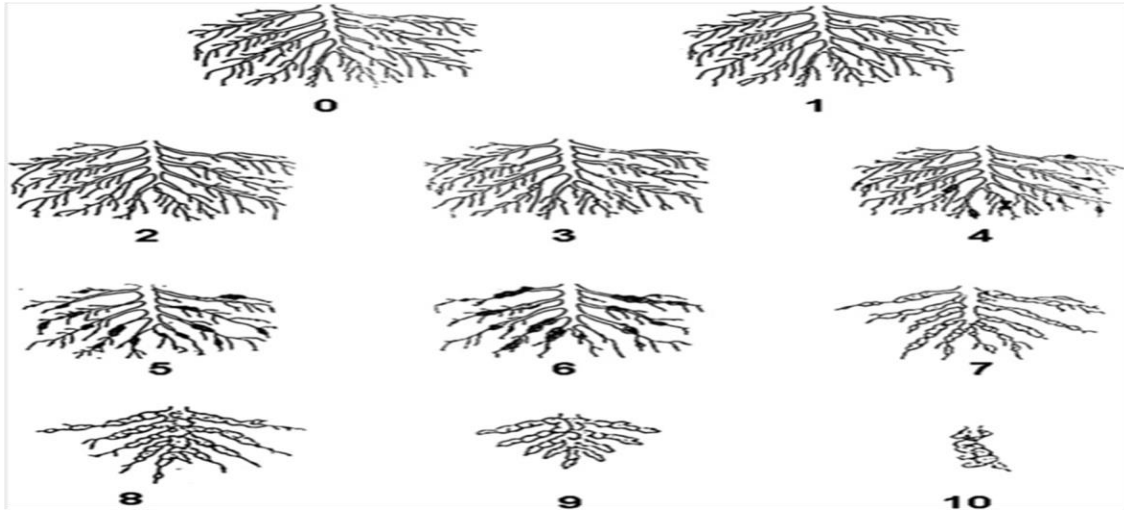
0.Gal yok

1.Kolay göze çarpmayan küçük galler

2.Ana kökte olmayan küçük galler

3.Ana kökte olmayan bazıları büyük galler

4. Ana kökte olmayan tamamı büyük galler
5. Köklerin yarısı urlu, bazı galler ana kökte
6. Ana kök açık olarak etkilenmiş
7. Kök'ün çoğu urlu
8. Tüm kök urlu, sekonder köklerde urlanma yok
9. Tüm kök çok urlu, bitki ölüme yaklaşmış
10. Tüm kök çok etkilenmiş radikular sistem mevcut değil, genellikle bitki ölü.



Görsel 3.3.3. Ur skalası ve üreme faktörüne göre bitkilerin konukçuluk seviyeleri

İstatistiksel Analizler

Deneme sonunda bitkilerin bitki boyu, gövde yaş ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, yumurta sayısı ve gal indeksine ait veriler SAS istatistiksel programında Tukey testine tabi tutularak, sonuçlar değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kök ur nematoduna hassas domates çeşidi (Falcon)nde 1500 *M. arenaria* yumurta/bitki ve 6 farklı kola uygulamasının, 8 hafta sonrası bitki boyu (cm), gövde yaş ve kuru ağırlıkları (g), köklerdeki ırlanma oranı (0-10) ve kök başına yumurta sayısı üzerine etkileri:

Nematod	uygulama	bitki boyu	gka	gya	ur	yumurta
<i>M.arenaria</i>	0 ml	12.000	0.34500	0.6450	97.000	56963 a*
<i>M.arenaria</i>	10 ml	12.250	0.23500	1.0275	42.500	18975 c
<i>M.arenaria</i>	5 ml	12.750	0.26500	0.7175	90.000	21300 c
<i>M.arenaria</i>	2,5 ml	13.000	0.23250	0.7000	97.000	43050 b
<i>M.arenaria</i>	1,25 ml	13.250	0.30250	1.1700	97.000	19888 c
<i>M.arenaria</i>	0,625 ml	14.250	0.19500	0.8075	97.000	39325 b

*Veriler 4 tekerrürün verilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, sütun içerisinde aynı harfe sahip değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Kök ur nematoduna hassas domates çeşidi (Falcon)nde 1500 *M. javanica* yumurta/bitki ve 6 farklı kola uygulamasının, 8 hafta sonrası bitki boyu (cm), gövde yaş ve kuru ağırlıkları (g), köklerdeki ırlanma oranı (0-10) ve kök başına yumurta sayısı üzerine etkileri:

Nematod	uygulama	bitki boyu	gka	gya	ur	yumurta
<i>M.javanica</i>	0 ml	17.750	0.37750	1,9625	100000	752500 a
<i>M.javanica</i>	10 ml	15.750	0.28750	1,3125	67500	32400 d
<i>M.javanica</i>	5 ml	16.000	0.28250	1,8125	92500	92625 c
<i>M.javanica</i>	2,5 ml	14.250	0.27500	1,2075	100000	125900 b
<i>M.javanica</i>	1,25 ml	14.500	0.24500	0,9225	100000	146250 b
<i>M.javanica</i>	0,625 ml	14.250	0.24750	0,9200	100000	157013 b

*Veriler 4 tekerrürün verilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, sütun içerisinde aynı harfe sahip değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Denememizde elde edilen sonuçlara göre kolanın *Meloidogyne arenaria* ve *Meloidogyne javanica* yumurtasının açılımına etkisi tüm dozlarda belirgin bir şekilde görülmektedir. Elde edilen verilere göre denememizde kullandığımız kolanın tüm dozlarının yumurta açılımını düşürdüğü gözlenmiş olup, kolanın yükselen dozlarında yumurta açılımının daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Daha önce kolanın bitki paraziti nematodlar üzerine etkisinin araştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle yaptığımız çalışma özgün bir çalışmadır. Denememizde elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda her ne kadar kolanın bitki koruma ürünü olarak ticari bir preparat haline getirilmesi imkansıza gibi gözükse de, bu yönde daha derinlemesine laboratuvar çalışmaları yapılması konusunda kendisine bir şans verilebileceğini düşünüyoruz.

6. KAYNAKÇA

- Abad, P. Favery, B., M.N., Castagnone-Sereno, P., 2003. Root-Knot nematodearazitism and host response: molecular basis of a sophisticated interaction. Molecular basis of a sophisticated interaction. Molecular Plant Pathology, 4(4):217-224
- Aktar, M., 1993. Utilization of plant-origin waste materials for the control of plant parasitic nematodes. Bioresource technology Volume: 46, Issue: 3, 255-257
- Anonymous, 2007 a. [http:// www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul](http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul)
- Anonymous, 2007 a. [http:// www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul](http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul)
- Anonymous, 2008 b. [http:// www.wikipedia.org/wiki/Nematoda](http://www.wikipedia.org/wiki/Nematoda)
- Anonymous, 2008 b. [http:// www.wikipedia.org/wiki/Yuvarlak-Solucanlar](http://www.wikipedia.org/wiki/Yuvarlak-Solucanlar)
- Castro, J. M. C., Lima, R. D. and Carneiro, R. M. D. G. 2003. Variabilidade isoenzimática de populações de *Meloidogyne* spp. em regiões produtoras de soja no Brasil. Nematologia Brasileira, 27, 1-12.
- Gaugler, R., & Bilgrami, A. L. (Eds.). (2004). Nematode behaviour. CABI.
- Hatipoğlu, A., 2007. Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)'na karşı savaşta bazı bitki kısımlarının etkileri üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

http://www.tarimkutuphanesi.com/NEMATODLAR_00257.html

http://www.tarimziraat.com/hastalik_ve_zararlilar/nematodlar/kok_ur_nematodlari/, (Ziyaret tarihi: 22 Ocak 2018)

<https://bku.tarim.gov.tr/Zararli/KaynakDetay/1195>

Kati, T. & S. Mennan, 2006. “Researches on species and race determination of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) found in greenhouse of Samsun, Turkey, 130”. Abstracts of the 28th International Symposium of the European Society of Nematologists (5-9 June 2006, Blagoevgrad, Bulgaria), 130 pp.

Pehlivan, E. 1994. Nematoloji. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, No:35. İzmir.

Sasser, J. N. (1987). A world perspective on nematology: the role of the society. *Vistas on Nematology*, 7-14.,

Sasser, J. N., Carter, C. C. and Hartman, K. M. 1984. Standardization of host suitability studies and reporting of resistance to root-knot nematodes, Cooperative Publication of The Department of Plant Pathology, North Carolina State University and the United States Agency for International Development, Raleigh, North Carolina, U.S.A

Thorne, G., 1961. Principles of Nematology. New York, 312-321

Trudgill D L, Blok V C. Apomictic, polyphagous root-knot nematodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* 2001; 39:53–77.

Tzortzakakis, E. A., Blok, V. C., Phillips, M. S., Trudgill, D. L. (1999). Variation in root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) in Crete in relation to control with resistant tomato and pepper. *Nematology*, 1 (5), 499-506.

Wallingford, Oxan, 50-85. Siddigi, M.R., 2000. Teylenchida Parasites of Plants and Insects. CABI Publishing. CAB

Yüksel, H., 1974. Kök-ur nematodlarının (*Meloidogyne* spp.) Türkiye'deki durumu ve bunların populasyon problemleri üzerine düşünceler. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5 (1): 83-105.

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN GÖZ SAĞLIĞI VE OPTİSYENLİK İLE İLGİLİ GÖRÜŞLERİ VE METAFORİK ALGILARI

UNIVERSITY STUDENTS' VIEWS AND METAPHORICAL PERCEPTIONS ON EYE HEALTH AND OPTOMETRY

Şevval BARUT

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Optisyonik, sevvalbarut55@hotmail.com - 0000-0002-4331-9711

ÖZET

"Üniversite Öğrencilerinin Göz Sağlığı ve Optisyonik İle İlgili Görüşleri ve Metaforik Algıları" başlıklı bu araştırma, üniversite öğrencilerinin göz sağlığı ve optisyonik konularındaki bilgi, tutum ve pratiklerini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, yarı yapılandırılmış görüşme ve doküman analizi metodolojileri kullanılarak, öğrencilerin göz sağlığı ve optisyonik konularındaki bilgi, farkındalık ve deneyimlerini detaylıca ele almaktadır.

Araştırmanın bulguları, öğrencilerin göz sağlığı bilgisinin ve optisyonik hizmetlerine erişiminin ve kullanımının artırılması gerektiğini göstermektedir. Göz sağlığı bilgisinin artırılması, öğrencilerin yaşam tarzları, akademik yükleri ve dijital ekranlara maruz kalma süreleriyle yakından ilişkilidir. Bu, hem bireysel sağlık ve refahları hem de akademik başarı ve üretkenlikleri için önemli sonuçlar taşımaktadır.

Optisyonik hizmetlerine erişim, öğrencilerin göz sağlığını ve genel refahını optimize etmek için kritiktir. Öğrenciler, bu hizmetlerin daha erişilebilir, şeffaf ve öğrenci dostu olmasını istemektedir. Bu, üniversitelerin ve sağlık hizmeti sağlayıcılarının, optisyonik hizmetlerini öğrencilere daha etkili ve anlaşılır bir şekilde sunma konusundaki sorumluluklarını vurgular.

Sonuç olarak, bu araştırma, üniversite öğrencilerinin göz sağlığı ve optisyonik hizmetleri konusundaki bilinç ve uygulamalarını artırmak için kapsamlı ve bütüncül stratejilerin benimsenmesi gerektiğini vurgular. Bu, öğrencilerin bireysel ve akademik başarılarını, yaşam kalitelerini ve genel refahlarını artıracak ve toplum genelinde geniş çaplı olumlu etkiler yaratacaktır.

Anahtar Kelimeler: Göz Sağlığı, Optisyonik, Metafor.

ABSTRACT

The research titled "University Students' Views and Metaphorical Perceptions on Eye Health and Optometry" aims to examine the knowledge, attitudes, and practices of university students regarding eye health and optometry. Utilizing semi-structured interviews and document analysis methodologies, the study delves into students' knowledge, awareness, and experiences concerning eye health and optometry in detail.

The findings of the study indicate a necessity to enhance the students' knowledge and access to optometry services. The enhancement of knowledge on eye health is closely linked to students' lifestyles, academic burdens, and exposure to digital screens. This carries significant implications for both their individual health and wellness, and their academic achievement and productivity.

Access to optometry services is crucial to optimize students' eye health and overall well-being. Students express a desire for these services to be more accessible, transparent, and student-friendly. This underscores the responsibility of universities and health service providers to present optometry services to students in a more effective and comprehensible manner.

In conclusion, this research underscores the need for adopting comprehensive and holistic strategies to augment the consciousness and practices of university students regarding eye health and optometry services. This will not only elevate students' individual and academic achievements, life quality, and overall wellness but will also have broad positive impacts across society.

Keywords: Eye Health, Optometry, Metaphor

GİRİŞ

Günümüzde göz sağlığı, bireylerin genel sağlığı ve yaşam kalitesi için önemli bir rol oynamaktadır. Optisyenlik, göz sağlığının korunması ve geliştirilmesi konusunda kritik bir disiplindir ve bu alandaki bilgi ve teknoloji sürekli olarak gelişmektedir. Ancak toplumun, özellikle üniversite öğrencilerinin, göz sağlığı ve optisyenlik konularına yönelik bilgi ve farkındalığı yeterli düzeyde olmayabilir (Türkoğlu, Türkoğlu ve Emin, 2016).. Bu durum, bireylerin göz sağlığını koruma ve geliştirme konusundaki eylemlerini ve tutumlarını etkileyebilir. Bu araştırma, üniversite öğrencilerinin göz sağlığı ve optisyenlik konularındaki görüşlerini ve metaforik

algılarını incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, öğrencilerin bu konulara ilişkin bilgi düzeylerini, algılarını, tutumlarını ve davranışlarını belirlemeyi ve bu bilgilerin optisyenlik hizmetlerinin etkinliği ve göz sağlığı üzerindeki etkilerini anlamayı hedeflemektedir.

Üniversite öğrencileri, genç yetişkinlerin önemli bir kısmını oluşturdıkları için, onların göz sağlığı ve optisyenlik konusundaki görüşleri ve algıları, genel toplum sağlığı ve bu alandaki politika ve uygulamalar için kritik öneme sahiptir (Ergin, 2017). Ayrıca, üniversite öğrencileri eğitim ve bilgiye erişim konusunda avantajlı olduklarından, onların bu konudaki bilgi ve tutumları, genç yetişkinlerin ve genel toplumun göz sağlığını etkileyebilir (Sloney, 2001). Bu araştırma, üniversite öğrencilerinin göz sağlığı ve optisyenlik konusundaki bilgi, tutum ve davranışlarını analiz ederek, bu alandaki eğitim ve farkındalığı artırmak için stratejiler geliştirmeye katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, çalışma aynı zamanda öğrencilerin optisyenlik hizmetlerine erişimini ve bu hizmetlerin kalitesini değerlendirecek, ve göz sağlığı konusunda bilinç ve farkındalık seviyelerini artırmak için potansiyel stratejiler sunacaktır.

KURAMSAL ÇERÇEVE

Göz sağlığı, bireylerin yaşam kalitesi üzerinde doğrudan etkili olan kritik bir sağlık alanıdır. İyi bir göz sağlığı, bireylerin çevrelerini algılamalarını, öğrenmelerini, iletişim kurmalarını ve günlük aktivitelerini etkileyebilir. Bu başlık altında, göz sağlığının önemi, göz sağlığını etkileyen faktörler ve göz sağlığını koruma ve geliştirme yolları ele alınacaktır. Göz sağlığı, genel sağlık ve yaşam kalitesi için temel bir unsur olup, temel duyuşsal algılama biçimlerinden biri olan görmenin korunmasını ve optimizasyonunu içerir. Sağlıklı bir görme, okuma, yazma, öğrenme, çalışma ve güvenli bir şekilde hareket etme gibi temel yaşamsal aktiviteler için kritiktir.

Göz sağlığı, genetik, çevresel ve yaşam tarzı faktörlerinden etkilenebilir. Genetik predispozisyon, bazı göz hastalıklarının riskini artırabilirken, dış etkenler ve yaşam tarzı seçimleri, göz sağlığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Altın, 2008). Uyku, beslenme, ışığa maruz kalma, ekran kullanımı ve göz hijyeni, göz sağlığını doğrudan etkileyebilecek faktörlerdendir. Göz sağlığını korumak ve geliştirmek için alınabilecek önlemler, düzenli göz muayeneleri, dengeli ve besleyici bir diyet, uygun göz hijyeni, gözleri aşırı ışıktan ve ekranlardan koruma ve gözleri gerektiğinde dinlendirme içerir. Bu stratejiler, göz sağlığını optimize etme ve göz hastalıklarını ve bozukluklarını önleme veya yönetme potansiyeline sahiptir (Tuchinda, Srivannaboon ve Lim, 2006).

Üniversite öğrencilerinin artan ekran süresi, göz yorgunluğu, kuru göz ve diğer göz sağlığı problemleri gibi konuları gündeme getiriyor. Akademik zorunluluklar, online eğitim ve dijital medyanın genel kullanımı, öğrencileri saatlerce ekran başında kalmaya itiyor. Bu, gözlerde aşırı yorgunluk, odaklanma zorluğu ve zaman zaman bulanık görme gibi semptomlara neden olabiliyor. Göz sağlığını koruma stratejilerinin öğrencilere aktarılması ve bu bilincin genç yaşlardan itibaren geliştirilmesi, uzun vadede görme kapasitesini koruyucu bir rol oynayabilir. Aynı zamanda, öğrenciler genellikle uyku eksikliği ve dengesiz beslenme gibi yaşam tarzı faktörlerine maruz kalırlar (Segre, vd., 1981). Bu da göz sağlığını olumsuz etkileyebilir. Yeterli ve kaliteli uyku, gözlerin dinlenmesini ve kendini onarmasını sağlar. Ayrıca, A, C ve E vitaminleri gibi besinlerin yeterli alımı, göz sağlığını destekler ve göz hastalıkları riskini azaltır.

Yapılan araştırmalar, gençler ve yetişkinler arasında göz sağlığı farkındalığının artırılmasının, yaşam boyu sağlıklı görme kapasitesinin korunmasında önemli olduğunu göstermektedir. Bu, özellikle üniversite öğrencileri için, görme problemlerinin erken teşhis ve tedavisinin yanı sıra proaktif göz sağlığı yönetimi uygulamalarını benimseme potansiyelini artırır (Kasnak ve Fıratlı, 2016). Bu nedenle, üniversitelerde göz sağlığı konusunda eğitim ve farkındalık programlarının artırılması, toplum sağlığını iyileştirecek önemli bir adım olabilir. Bu bağlamda, "Üniversite Öğrencilerinin Göz Sağlığı Ve Optisyenlik İle İlgili Görüşleri ve Metaforik Algıları" Başlıklı Bu Araştırma, Konuyla İlgili Mevcut Bilgi Boşluklarını Doldurmayı Ve Üniversite öğrencilerinin göz sağlığı konusunda daha bilinçli ve proaktif hale gelmelerini sağlamak için atılması gereken adımları belirlemeyi hedeflemektedir. Öğrencilerin göz sağlığıyla ilgili bilgi ve farkındalıkları, hem kendi sağlıklarını hem de toplumun genel sağlığını etkileyebilir. Dijital çağda, göz sağlığı sorunları artan bir endişe kaynağı haline gelmiştir. Özellikle genç nüfus, dijital ekranlar ve diğer teknolojik araçlarla sürekli olarak etkileşim halindedir. Bu, göz sağlığına yönelik riskleri artırır ve bu riskleri minimize etmek için proaktif adımlar atma ihtiyacını daha da önemli hale getirir.

Göz sağlığı eğitimi ve farkındalığına yönelik eksiklik, öğrencilerin bu alanda bilgi edinme ve bilinçli seçimler yapma kapasitelerini sınırlar. Bu, görme bozukluklarının ve göz rahatsızlıklarının erken teşhisi, tedavisi ve yönetilmesinde zorluklara neden olabilir. Ayrıca, bu, öğrencilerin akademik performansını, konsantrasyonunu ve genel yaşam kalitesini de olumsuz etkileyebilir. Bu araştırmanın bir diğer önemli yönü, üniversite öğrencilerinin optisyenlik hizmetlerine erişimlerini ve bu hizmetlerin kalitesini incelemektir. Optisyenlik hizmetlerinin erişilebilirliği ve kalitesi, öğrencilerin göz sağlığına olan yaklaşımlarını ve bu sağlık alanındaki

deneyimlerini büyük ölçüde etkileyebilir (Fokas, 2002). Üniversite öğrencilerinin göz sağlığıyla ilgili deneyimleri ve algıları, toplum sağlığını ve eğitim politikalarını şekillendirmede önemli rol oynayabilir. Bu nedenle, bu araştırma, öğrencilerin göz sağlığı konusundaki görüşlerini ve metaforik algılarını anlamaya yönelik bilgi sağlayarak, üniversiteler, sağlık hizmet sağlayıcıları ve politika yapıcılar için değerli içgörüler sunmayı amaçlamaktadır. Böylece, göz sağlığının genel sağlık ve yaşam kalitesi üzerindeki etkisi, genç yetişkinler arasında göz sağlığı farkındalığını artırma ve ilerleyen yaşlarda göz hastalıklarını önleme stratejilerini geliştirme ihtiyacını vurgulamaktadır. Araştırmanın bulguları, sağlık ve eğitim profesyonellerine, göz sağlığını koruma ve iyileştirme konusunda bilinçli ve etkili stratejiler geliştirmede ve uygulamada rehberlik edebilir (Dain, 2003).

Optisyonluk, göz sağlığı sektörünün kritik bir alanıdır, çünkü profesyoneller, gözlük ve kontakt lens gibi görme düzeltme araçlarının tasarımı, uygulanması ve dağıtımı konusunda uzmanlaşmıştır. Bu, özellikle göz rahatsızlıkları ve görme bozuklukları yaşayan bireyler için yaşam kalitesini artırma potansiyeline sahiptir. Üniversite öğrencileri arasında, optisyonluk hizmetlerinin farkındalığı ve erişilebilirliği, akademik performans ve genel refah üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olabilir. Öğrenciler sıklıkla uzun süreler boyunca ders çalışmak, okumak ve bilgisayar kullanmak zorunda oldukları için, uygun gözlük veya kontakt lens kullanımı göz yorgunluğunu hafifletebilir ve görme keskinliğini artırabilir (Özdemir, 2021). Ancak, optisyonluk hizmetlerine erişim ve kalite, öğrencilerin bu hizmetleri ne sıklıkta ve ne verimlilikle kullandıklarını belirleyen ana faktörlerdir. Bu, optisyonluk profesyonelleri ve eğitim sağlayıcıları için, öğrencilere yönelik bilgilendirme ve erişim programları geliştirme ve sunma gerekliliğini ortaya koymaktadır. Optisyonluk, sadece görme bozukluklarını düzelten bir alan olmanın ötesinde, aynı zamanda göz sağlığını proaktif olarak koruyan ve yöneten bir rol oynamaktadır. Bu, özellikle göz sağlığı bilincinin ve eğitiminin sınırlı olduğu genç yetişkinler arasında önemlidir (Dam, vd., 1998). Optisyonluk alanının sürekli olarak evrildiği ve ilerlediği bu dönemde, sektörün en yeni trendleri ve teknolojileri yakından takip etmek büyük önem taşımaktadır. Öğrencilerin, göz sağlığına olan yaklaşımları ve optisyonluk hizmetlerini nasıl kullandıkları, onların genel görme sağlığını ve akademik performansını etkileyebilir. Birçok üniversite öğrencisi, görme bozukluklarını ve göz rahatsızlıklarını ilk kez üniversite yıllarında deneyimler. Bu, onlar için uygun gözlük ve kontakt lens çözümlerini bulma, aynı zamanda uygun göz bakımı alışkanlıkları geliştirme ihtiyacını artırır (Büyükyıldız, 2012).

Optisyenler, öğrencilere kişisel görme ihtiyaçlarına ve yaşam tarzlarına göre özel çözümler sunma kapasitesine sahiptir. Dijital ekranların artan kullanımı, göz yorgunluğu ve diğer rahatsızlıkların yaygınlaşmasına neden olmakta ve bu, optisyenlere, öğrencilere bu tür zorluklarla başa çıkma stratejileri konusunda rehberlik etme fırsatı sunmaktadır. Ayrıca, optisyenler, öğrencilere göz sağlığına dair farkındalık oluşturma ve onları, görme bozukluklarının erken teşhisi ve yönetiminde bilinçlendirmede önemli bir rol oynamaktadırlar. Göz sağlığı eğitimi ve optisyonluk hizmetlerinin önemini anlama ve bu hizmetleri etkin bir şekilde kullanma, öğrenciler için kritik bir beceridir (Holzer, vd., 2015). Bu nedenle, üniversiteler ve sağlık hizmeti sağlayıcıları, göz sağlığı ve optisyonluk alanında bilgi ve farkındalığı artırmak için birlikte çalışma ihtiyacını vurgulamaktadırlar. Bu çabalar, öğrencilerin hem akademik hem de kişisel yaşamlarında sağlıklı görme alışkanlıkları geliştirmelerine yardımcı olacak ve onlara, göz sağlıklarını ömür boyu koruma ve yönetme stratejileri sunacaktır. Üniversite öğrencileri, göz sağlığı ve optisyonluk ile ilgili olarak genellikle bilinç düzeyinde bir varyasyona sahiptir. Akademik yük, sınav stresi ve teknoloji kullanımındaki artış, öğrencilerin göz sağlığını ciddi şekilde etkileyebilir. Ancak, ne yazık ki, bu durum çoğu öğrencinin bu konudaki bilgi ve farkındalık düzeyini yetersiz bırakabilir. Göz sağlığı konusunda yeterli bilgiye sahip olmayan öğrenciler, göz yorgunluğu, baş ağrısı ve diğer göz rahatsızlıkları konusunda daha risk altındadır (Gies, Roy ve Elliott, 1990). Optisyonluk servislerine erişim ve bu servislerin kullanımı da bu bilinç düzeyini etkiler. Öğrencilerin çoğu, görme bozuklukları veya göz sağlığı problemleriyle başa çıkma konusunda yetersiz bilgiye sahiptir ve bu durum, genel akademik performansları ve yaşam kaliteleri üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabilir. Göz sağlığı konusunda bilgi ve farkındalığın eksikliği, görme bozukluklarının ve göz sağlığı problemlerinin önlenmesi ve yönetilmesi fırsatlarını sınırlayabilir (Stöckle, vd., 2000). Bu bağlamda, üniversiteler, öğrencileri göz sağlığı ve optisyonluk hizmetleri konusunda bilgilendirmeye ve onların bu konudaki bilinç düzeylerini artırmaya odaklanmalıdır. Proaktif eğitim ve farkındalık programları, öğrencilerin göz sağlıklarını koruma ve iyileştirme konusunda daha bilinçli ve etkili kararlar almasına yardımcı olabilir. Aynı zamanda, üniversite öğrencilerinin göz sağlığı ve optisyonluk ile ilgili bilinç düzeyini artırmak, genç yetişkinlerin ve daha geniş toplumun göz sağlığını proaktif olarak yönetmesine ve korumasına olanak tanır (Aydın, Toksoy ve Çaldıran, 2005).

ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırmanın temel amacı, üniversite öğrencilerinin göz sağlığı ve optisyenlik ile ilgili bilinç düzeyini derinlemesine incelemektir. Göz sağlığı, bireylerin genel yaşam kalitesi, akademik performansı ve günlük işlevselliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir, bu nedenle öğrencilerin bu konudaki bilgi ve farkındalığı kritiktir. Araştırma, öğrencilerin göz sağlığı konusundaki bilgi, tutum ve pratiklerini, optisyenlik hizmetlerine erişimlerini ve bu hizmetlerin kullanımını ayrıntılı olarak ele almayı hedeflemektedir. Ayrıca, öğrencilerin göz sağlığı ile ilgili riskleri ve zorlukları anlama, göz sağlığına yönelik önceliklerini ve endişelerini belirleme ve optisyenlik hizmetlerini nasıl algıladıklarını ve değerlendirdiklerini inceleme amaçlanmaktadır. Bu, göz sağlığı ve optisyenlik alanında eğitim ve farkındalığı artırma, sağlık hizmetleri ve politikalarını iyileştirme ve öğrencilerin yaşam kalitesini artırma stratejilerini bilgilendirecek ve şekillendirecektir. Araştırma, öğrenciler, eğitimciler, sağlık profesyonelleri ve politika yapıcılar için değerli bilgiler ve içgörüler sunmayı amaçlamaktadır.

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Araştırma, ilk olarak doküman analizi yöntemini kullanarak başlamıştır. Bu aşamada, mevcut literatür, akademik yayınlar, raporlar ve diğer ilgili dokümanlar incelenmiştir. Doküman analizi, araştırma konusunu daha derinlemesine anlamamıza ve araştırma sorularını ve hedeflerini rafine etmemize olanak tanıyan önemli bir başlangıç aşamasıdır. Doküman analizi sonrasında, veri toplama yöntemi olarak yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Bu form, öğrencilerin göz sağlığı ve optisyenlik ile ilgili bilinç düzeylerini, deneyimlerini ve tutumlarını derinlemesine anlamak için tasarlanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formu, katılımcılara belirli konular etrafında odaklanma ve aynı zamanda kendi deneyimlerini ve görüşlerini serbestçe ifade etme özgürlüğü tanır. Görüşmeler, öğrencilerin göz sağlığı ile ilgili bilgi, farkındalık, deneyim ve algılarına dair kapsamlı ve ayrıntılı veriler sağlamak amacıyla yürütülmüştür. Katılımcıların yanıtları, daha sonra betimsel içerik analizi tekniği ile analiz edilmiştir. Bu analiz, katılımcı yanıtlarını kategorize etmeyi, temalar ve desenler belirlemeyi ve bu bilgileri daha geniş bir bağlama yerleştirmeyi amaçlar. Betimsel içerik analizi, metinsel verileri inceler ve bu verilerden anlam çıkarmaya çalışır. Araştırmacılar, öğrenci yanıtlarını dikkatlice inceleyerek, göz sağlığı ve optisyenlik ile ilgili önemli temalar, kavramlar ve eğilimler belirlemiştir. Analiz süreci, verilerin sistematik ve objektif bir şekilde incelenmesini, kategorize edilmesini ve yorumlanmasını içerir. Bu metodoloji, araştırmanın hedeflerini ve sorularını yanıtlamak için kapsamlı ve güvenilir veriler sağlamayı hedefler. Aynı zamanda, bu

yaklaşım, öğrencilerin göz sağlığı ve optisyonluk ile ilgili bilinç düzeylerini ve bu konudaki deneyimlerini daha geniş bir bağlamda anlamamıza ve değerlendirmemize yardımcı olur.

BULGULAR

Bu bölümde, "Üniversite Öğrencilerinin Göz Sağlığı ve Optisyonluk İle İlgili Bilinç Düzeyi" başlıklı araştırmanın sonuçları sunulmaktadır. Araştırma, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve doküman analizi yoluyla elde edilen verilere dayanarak, öğrencilerin göz sağlığı ve optisyonluk konularındaki bilgi, farkındalık ve deneyimlerini detaylıca ele almaktadır. Bulgular, katılımcıların demografik bilgileri, göz sağlığı bilgi düzeyleri ve optisyonluk hizmetlerine erişim ve kullanımı hakkında ayrıntılı bilgi sunar. Elde edilen veriler, öğrencilerin bu alandaki bilinç düzeyini anlamak ve eğitim, uygulama ve politika geliştirme açısından olası etkilerini değerlendirmek için kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir.

Katılımcılar, farklı demografik özelliklere sahip bir öğrenci grubunu temsil etmektedir. Araştırma kapsamında incelenen öğrenciler, farklı yaş gruplarından, cinsiyetlerden ve akademik disiplinlerden gelmektedir. Bu çeşitlilik, araştırmanın bulgularının geniş bir perspektif sunmasına ve çeşitli faktörlerin öğrencilerin göz sağlığı ve optisyonluk hizmetlerine ilişkin bilinç düzeylerini nasıl etkilediğini anlamaya yardımcı olmasına olanak tanır. Yaş dağılımı, genç yetişkinlerden oluşurken, cinsiyet dağılımı, erkek ve kadın öğrenciler arasında dengeli bir şekilde dağılmıştır. Öğrencilerin akademik alanları, teknoloji ve bilgisayar bilimlerinden sosyal bilimlere, sağlık bilimlerinden mühendisliğe kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Bu demografik çeşitlilik, araştırmanın bulgularının, üniversite öğrencilerinin geniş bir kesimini temsil etmesine olanak tanır ve göz sağlığı ile optisyonluk alanındaki genel trendleri ve eğilimleri anlama kapasitesini artırır.

Araştırmanın bulguları, katılımcıların göz sağlığı konusundaki bilgi düzeylerinin önemli ölçüde değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bazı öğrenciler, göz sağlığının korunması ve göz rahatsızlıklarının önlenmesi konusunda temel bilgilere sahipken, diğerleri bu konuda daha detaylı ve kapsamlı bilgiye sahiptir. Dijital ekran kullanımının göz sağlığı üzerindeki etkileri konusunda genel bir farkındalık olsa da, bu konuda etkili önlem alma stratejileri konusunda bilgi eksikliği göze çarpmaktadır. Ayrıca, öğrencilerin büyük bir kısmı, düzenli göz muayeneleri ve profesyonel optisyonluk hizmetlerinin önemini tam olarak kavrayamamıştır. Bu, göz sağlığı eğitim ve farkındalığının artırılmasının önemini vurgular ve üniversiteler ile sağlık

hizmeti sağlayıcıları için bu alanda atılacak adımları belirler. Genel olarak, göz sağlığı bilgi düzeyi, öğrencilerin yaşam tarzları, akademik yükleri ve dijital ekranlara maruz kalma süreleriyle yakından ilişkilendirilmiştir ve bu faktörler, onların göz sağlığına yönelik tutum ve pratiklerini şekillendirmede belirleyici rol oynamaktadır. Öğrenciler arasında, göz sağlığı konusundaki bilgi düzeyini etkileyen faktörlerden biri de eğitim ve farkındalık programlarına erişimdir. Bulgular, bu tür programların yetersizliğinin, özellikle dijital ekranların göz sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini anlama ve yönetme yeteneklerini sınırladığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, öğrencilerin çoğu, göz sağlıklarını etkileyen faktörler konusunda genel bilgilere sahip olabilirken, bu bilgileri pratik uygulamalara ve kendi yaşamlarına nasıl entegre edecekleri konusunda belirsizlikler yaşamaktadırlar. Göz sağlığına yönelik riskler ve bu risklerle başa çıkma stratejileri konusunda daha spesifik ve uygulanabilir bilgilere sahip olan öğrenci sayısının sınırlı olması, eğitim kurumları ve sağlık sektörü için bir fırsatı işaret etmektedir. Özellikle, göz sağlığı konusundaki bilgi ve farkındalığı artırma, öğrencilerin hem akademik hem de kişisel yaşamlarında göz sağlığını koruma ve iyileştirme stratejilerini etkili bir şekilde uygulamalarına yardımcı olabilir.

Araştırma, öğrencilerin göz sağlığı bilgi düzeyini artırmanın, sadece bireysel sağlık ve refahlarını değil, aynı zamanda akademik başarı ve üretkenliklerini de olumlu etkileyebileceğini göstermektedir. Özellikle, göz yorgunluğu ve diğer göz rahatsızlıkları, öğrencilerin dikkat ve konsantrasyon seviyelerini etkileyebilir, bu da akademik performanslarını olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, göz sağlığı bilgi düzeyini artırmak, genel öğrenci başarısını ve refahını artırma potansiyeline sahiptir. Araştırma sürecinde, katılımcıların göz sağlığına dair bilgi ve deneyimleri, katılımcı kodları kullanılarak detaylıca incelendi. Katılımcı 1, *“Dijital ekranlardan kaynaklanan göz yorgunluğunu fark ediyorum ama bununla başa çıkmanın spesifik yollarını bilmiyorum,”* şeklinde bir ifade kullanarak göz sağlığına dair bireysel farkındalığını ve bilgi eksikliğini dile getirdi. Katılımcı 3 ise, *“Göz sağlığı için düzenli kontroller önemli ama yoğun okul ve sosyal yaşamım nedeniyle bu tür randevuları genellikle ertelemek durumunda kalıyorum,”* şeklindeki söylemi ile zaman yönetimi ve önceliklerin göz sağlığı üzerindeki etkisini vurguladı.

Bu tür bireysel ifadeler, öğrencilerin göz sağlığı bilgi düzeylerindeki ve farkındalıklarındaki çeşitliliği aydınlatmaktadır. Katılımcı 3’ün *“Üniversitede daha bilinçli bir şekilde göz sağlığımı koruma yollarını öğrenmek istiyorum,”* şeklindeki ifadesi, eğitim kurumlarına, öğrencilere yönelik bilgi ve kaynak sağlama rolünde büyük bir sorumluluk düştüğünü ortaya koymaktadır.

Katılımcı 9, “*Ders çalışırken veya bilgisayar başında uzun süre geçirdiğimde gözlerimde rahatsızlık hissediyorum, ama genellikle bu durumu göz ardı ediyorum,*” şeklinde ifade ederek, öğrencilerin göz sağlığına yönelik semptomları fark etmelerine rağmen bu konuda proaktif olmadıklarını belirtti. Bu, öğrencilerin göz sağlığını ihmal etme eğiliminde olabilecekleri ve bunun akademik ve kişisel refahları üzerinde olası etkileri konusunda daha fazla bilgilendirilmesi gerektiğini gösteriyor. Katılımcı 7’in “*Göz sağlığına dair bilgiler genellikle genel ve yüzeysel. Daha spesifik ve bireysel ihtiyaçlara yönelik bilgiye ulaşmak zor,*” açıklaması, mevcut bilgi ve kaynakların yetersizliğini ve genelleştirilmiş olduğunu ortaya koydu. Bu, özel ihtiyaçlar ve durumlar için kişiselleştirilmiş bilgi ve rehberliğin önemini vurgular. Katılımcı 6 ise, “*Göz sağlığını etkileyen faktörleri ve riskleri anlamak istiyorum, ancak bu konuda hangi kaynaklara güveneceğimi ve bilgileri nasıl uygulayacağımı bilmiyorum,*” dedi. Bu ifade, öğrencilerin güvenilir ve erişilebilir bilgi kaynaklarına ve göz sağlığı eğitimine erişimde yaşadıkları zorlukları işaret etmekte ve bu alanda atılması gereken adımları vurgulamaktadır. Öğrencilerin büyük bir kısmının optisyenlik hizmetlerine erişimde çeşitli engellerle karşılaştığını ortaya koymaktadır. Katılımcı 11, “*Optisyenlik hizmetlerine erişimde bilgi eksikliği ve maliyetler en büyük engellerden,*” ifadesiyle bu durumu vurgulamaktadır. Katılımcı 8 ise, “*Göz sağlığını ciddiye alıyorum ama optisyenlik hizmetleri ile daha proaktif olmamı engelleyen belirsizlikler ve kaygılar var,*” şeklinde bir ifadeyle, öğrencilerin bu tür hizmetlere yönelik bilgi eksikliği ve anlayışındaki boşluklara dikkat çekti. Aynı zamanda, Katılımcı 15’un “*Optisyenlik hizmetlerinin daha ulaşılabilir ve öğrenci dostu olmasına ihtiyaç var*” söylemi, öğrenci dostu, erişilebilir ve uygun maliyetli hizmetlerin önemini vurgular.

Optisyenlik hizmetlerine erişim, öğrencilerin göz sağlığı ve genel refahı için kritiktir. Bununla birlikte, bulgular, öğrencilerin bu hizmetleri etkili bir şekilde kullanma ve değerlendirme konusunda çeşitli zorluklarla karşılaştığını göstermektedir. Bu, üniversiteler, sağlık hizmeti sağlayıcıları ve optisyenlik profesyonelleri için, bu hizmetleri öğrencilere daha erişilebilir ve anlaşılabilir kılmak adına stratejiler geliştirmenin önemini işaret eder. Aynı zamanda, öğrencilerin göz sağlığına dair farkındalıklarını ve bilinçlerini artırarak optisyenlik hizmetlerine daha aktif bir şekilde katılmalarını teşvik etme ihtiyacını ortaya koyar. Katılımcı 13, “*Üniversite kampüsündeki sağlık merkezlerinde optisyenlik hizmetlerinin daha bilinir olması ve öğrencilere yönelik bilgilendirme etkinliklerinin artırılması gerektiğini*” vurgulamıştır. Öğrencinin bu ifadesi, bu hizmetlerin bilinirliği ve erişilebilirliği konusunda genel bir eksikliği gösteriyor ve kampüs sağlık merkezlerinin rolünü vurguluyor. Katılımcı 11 ise, “*Gençler arasında göz*

sağlığı ve optisyenlik hizmetlerine yönelik bir bilinç ve anlayış oluşturacak atölye ve seminerlere ihtiyaç var,” ifadesiyle, eğitici ve bilgilendirici programların ve etkinliklerin önemine dikkat çekti. Bu, öğrencilerin optisyenlik hizmetlerini değerlendirme ve kullanma kapasitesini artırmak için bilgi ve farkındalık seviyelerini yükseltmeye yönelik talebi göstermektedir.

Araştırma, öğrencilerin optisyenlik hizmetlerine erişiminde ve bu hizmetlerin kullanımında bireysel, kurumsal ve yapısal faktörlerin etkili olduğunu belirtmektedir. Katılımcı 12’nin *“Optisyenlik hizmetlerinin kalitesi ve erişilebilirliği hakkında daha şeffaf bilgilere ihtiyaç var”* söylemi, bu hizmetlere yönelik şeffaflığın ve bilginin önemini vurgular. Toplanan veriler, öğrencilerin optisyenlik hizmetlerine erişim ve kullanımını etkileyen çok boyutlu faktörleri ve dinamikleri ortaya koymaktadır. Bu, öğrencilerin göz sağlığını optimize etmek ve optisyenlik hizmetlerini etkili bir şekilde kullanmak için çeşitli destek ve kaynaklara ihtiyaç duyduklarını belirtir. Aynı zamanda, bu bulgular, üniversitelerin ve sağlık hizmeti sağlayıcılarının, öğrencilere uygun, erişilebilir ve kaliteli optisyenlik hizmetleri sunma konusundaki rol ve sorumluluklarını vurgular. Bulgular kısmı, üniversite öğrencilerinin göz sağlığı ve optisyenlik hizmetlerine dair bilinç düzeyleri, erişimleri ve deneyimleri konusunda önemli içgörüler sunmaktadır. Araştırmadan elde edilen veriler, öğrencilerin göz sağlığı bilgisinin ve optisyenlik hizmetlerine erişiminin artırılmasına yönelik olarak önemli fırsatlar ve zorluklar olduğunu ortaya koymaktadır. Katılımcıların ifadeleri, bilgi, erişim ve kullanımın çok boyutlu ve dinamik doğasını vurgular ve bu, bireylerin, eğitim kurumlarının ve sağlık hizmeti sağlayıcılarının bu alanda nasıl daha etkili olabileceğine dair bir yol haritası oluşturmayı mümkün kılar. Sonuç olarak, bu bulgular, öğrencilerin göz sağlığını ve genel refahını iyileştirmeye yönelik kapsamlı ve bütüncül stratejiler geliştirmede değerli bir kaynak olarak hizmet edebilir ve ileriki araştırmalar için temel oluşturabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma, üniversite öğrencilerinin göz sağlığı ve optisyenlik hizmetlerine ilişkin bilinç düzeylerini ve bu konulara yönelik tutumlarını derinlemesine incelemiştir. Elde edilen bulgular, öğrencilerin göz sağlığına dair bilgi düzeyinin ve optisyenlik hizmetlerine erişiminin ve kullanımının artırılması gerektiğini göstermektedir. Öğrenciler, göz sağlığı risklerini, koruyucu önlemleri ve mevcut sağlık hizmetlerini daha iyi anlama konusunda daha fazla bilgi ve destek istemektedir. Bu bağlamda, üniversiteler ve sağlık hizmeti sağlayıcılar, öğrencilere yönelik bilgilendirme ve eğitim programlarını artırarak ve optisyenlik hizmetlerini daha erişilebilir ve anlaşılır kılarak bu boşluğu doldurabilir. Önerilen, kampüslerde göz sağlığına dair bilinç ve farkındalık kampanyalarının ve etkinliklerinin artırılması, aynı zamanda optisyenlik hizmetlerinin kalitesi, erişilebilirliği ve öğrenci dostu olmasını sağlamaktır.

Öğrenciler ayrıca, göz sağlığını etkileyen faktörleri ve bu faktörlere karşı alınabilecek önlemleri anlama konusunda kişiselleştirilmiş bilgi ve rehberlik istemektedir. Bu, sağlık profesyonelleri ve eğitimciler için, öğrencilerin bireysel ihtiyaç ve durumlarına göre kişiselleştirilmiş bilgi, kaynak ve destek sağlama konusunda fırsatlar sunmaktadır. Sonuç olarak, göz sağlığı ve optisyenlik hizmetlerine yönelik bu kapsamlı inceleme, üniversite öğrencilerinin bu önemli sağlık alanında daha bilinçli, yetkin ve etkili olmalarını sağlamak için çok boyutlu ve bütüncül stratejilere ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır.

Öğrencilerin yaşamlarının büyük bir bölümünü dijital ekranlar karşısında geçirmeleri, göz sağlığını daha da önemli hale getirir. Dijital ekran kullanımının etkilerini azaltacak bilgi ve becerilere sahip olmaları, öğrencilerin akademik performanslarını ve genel yaşam kalitelerini olumlu şekilde etkileyebilir. Bu kapsamda, eğitim materyalleri ve atölyeler, öğrencilere dijital ekran kullanımının göz sağlığı üzerindeki etkilerini anlamaları ve bu etkileri minimize etmek için stratejiler geliştirmeleri konusunda yardımcı olabilir. Araştırma, optisyenlik hizmetlerine genel erişimin ve kullanımın yanı sıra bu hizmetlerin kalitesi ve etkinliği hakkında daha fazla bilgiye ve şeffaflığa ihtiyaç olduğunu da belirtmektedir. Katılımcılar, optisyenlik hizmetleri konusunda daha bilinçli kararlar vermek için şeffaf, doğru ve güvenilir bilgilere erişim istemektedir. Bu, sağlık hizmeti sağlayıcılar ve optisyenler için, hizmetlerini ve tedavilerini daha anlaşılır ve erişilebilir kılmak amacıyla bilgi sağlama ve eğitim stratejilerini gözden geçirme ihtiyacını işaret eder. Öğrenci odaklı, kapsamlı ve etkili optisyenlik hizmetleri ve göz sağlığı bilgilendirme stratejilerinin geliştirilmesi, bu alandaki mevcut boşlukları doldurabilir ve öğrencilerin göz sağlığını koruma ve iyileştirme kapasitelerini artırabilir. Üniversiteler, sağlık hizmeti sağlayıcılar, optisyenler ve ilgili diğer paydaşlar, öğrencilerin ihtiyaç ve beklentilerine

yanıt vermek ve onları bu kritik sağlık konusunda daha bilinçli ve etkin hale getirmek için birlikte çalışmalıdır. Bu çaba, genel olarak öğrencilerin akademik başarılarını, yaşam kalitelerini ve refahını artırarak topluma geniş çaplı faydalar sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Altın, F. G., (2008) “Sağlık Sektöründe Bilgi Teknolojilerinin Uygulanması: İzmir Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Aydın, A., Toksoy, Y., ve Çaldıran, S., (2005), “Türkiye’de Gözlükçülüğün Tarihsel Evreleri”, Editör: Afrasyap, Lale., Halkla İlişkiler Ve Meslek Etiği, Esen Ofset, S. 122.
- Aygün, E. (2007). “Sağlık sektöründe reklam”, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Buyukyildiz, HZ. (2012). “Coatings and tints of spectacle lenses/Gozluk cami kaplamaları ve renkli camlar”, Turkish Journal of Ophthalmology, 42(5), 359-370.
- Dam, PM., Royer, P., Laddada, R., Bijeon, JL. (1998). “Apertureless near-field optical microscopy: influence of the illumination conditions on the image contrast”, Applied optics, 37(10), 1814-1819.
- Dain, SJ. (2003). “Sunglasses and sunglass standards”, Clinical and Experimental Optometry, 86(2), 77-90.
- Ergin, A. (2017). “Gözlük Camları, Cinsleri ve Materyalleri” Türkiye Klinikleri Ophthalmology-Special Topics, 10(1), 48-61.
- Fokas, CS. (2002). “Untersuchung heterogen katalysierter Reaktionen mittels Scanning Near Field Optical Microscopy”, (Doctoral dissertation, ETH Zurich).
- Gies, HP., Roy, CR., Elliott, G. (1990). “A proposed UVR protection factor for sunglasses. Clinical and Experimental Optometry”, 73(6), 184-189.
- Holzer, RS., Kiderman, E., Penn, SS., Lando, E. (2015). U.S. Patent Application No. 14/466,884.
- Kasnak, G., Fıratlı, HE. (2016). “Lazer Fiziği ve Lazer Uygulamalarında Temel Kavramlar”, Türkiye Klinikleri Periodontology-Special Topics, 2(2), 1-6.
- Özdemir, E. (2021). Optisyenlerin mesleki doyumları ile mesleki bağlılıkları arasındaki ilişkinin incelenmesi (Master's thesis, İstinye Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Sliney, DH. (2001). “Photoprotection of the eye–UV radiation and sunglasses”, Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 64(2-3), 166-175.
- Segre, G., Reccia, R., Pignalosa, B., Pappalardo, G. (1981).” The efficiency of ordinary sunglasses as a protection from ultraviolet radiation”, Ophthalmic Research, 13(4), 180-187.

Stöckle, RM., Suh, YD., Deckert, V., Zenobi, R. (2000). “Nanoscale chemical analysis by tip-enhanced Raman spectroscopy”, *Chemical Physics Letters*, 318(1-3), 131-136.

Türkoğlu, K., Türkoğlu, M. E., & Emin, K., (2016). Gözlük Kullanıcılarının Sorunları, Beklentileri ve Çözüm Önerileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Vizyoner Dergisi*, 4 (8), 63-82.

Tuchinda, C., Srivannaboon, S., Lim, HW. (2006). “Photoprotection by window glass, automobile glass, and sunglasses”, *Journal of the American Academy of Dermatology*, 54(5), 845-854.

ERİŞKİN YOĞUNBAKIMDA HEMŞİRELERİN HASTALARLA ETKİLEŞİMİ

Dr.Öğr.Üyesi Nilay ÇAKICI

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, nilay@nevsehir.edu.tr, 0000-0003-4169-6609

ÖZET

Giriş ve Amaç: Hemşireler hastaların iletişim gereksinimlerini karşılamada hemşireler diğer sağlık ekibi üyelerine göre daha etkindir. Yoğun bakımda yatan hastalarda iletişim ve etkileşim çok daha önemli bir konu haline gelmektedir. Çünkü yoğun bakım gibi servislerde tedavi gören bilinci kapalı hastalarla da uygun iletişim teknikleri kurulmalıdır. Hemşireler bakım verdikleri süreçte profesyonel hasta-hemşire ilişkisini geliştirebilmesi için öncelikle hasta ve hemşire arasındaki etkileşimin değerlendirilmesi gerekir. Bu değerlendirme sonucuna göre yapılan iyileştirme çabaları hem bakımın kalitesini yükseltecek hem de hastalarından aldıkları bakımdan memnuniyetlerini arttıracaktır. Bu nedenle bu çalışma, hemşirelerin hemşire-hasta etkileşimini değerlendirmek ve buna yönelik görüş ve düşüncelerinin incelemek amacıyla planlanmıştır.

Materyal ve Method: Araştırmanın örneklemini 2023 yılında bir Devlet Hastanesinde yoğun bakım servislerinde çalışan 12 hemşire oluşturmıştır. Bu çalışmada fenomenolojik desen nitel veri toplama yöntemi kullanılmıştır. Araştırma verileri, “Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu” kullanılarak toplandı. Nitel veriler, bilgisayar ortamında araştırmacı tarafından yazılı hale getirildikten sonra içerik analizi yapılarak çözümlenmiştir.

Bulgular: Araştırmaya katılan hemşireler 26-40 yaş aralığındadır. Hemşirelerin çoğu yoğun bakımda 4-11 yıl arasında çalışmıştır. Hemşirelerin çoğu mesleğinden ve yoğun bakımda çalışmaktan memnun olduğunu ifade etmiştir. Hemşirelerin çoğu yapılan uygulamalarda hastalarından çok etkilendiklerini, yapılan uygulamalarda onay almadıklarını, hastayla sözsüz iletişim kurmadıklarını, göz teması kurmadıklarını, hastaları dinlemediklerini ifade etmişlerdir. Hemşirelerden alınan yanıtlardan oluşan üst temalar; “etkileşimin anlamı”, “sorunlar ve öneriler”, “hasta katılımı” ve “etik” şeklinde oluşturulmuştur.

Sonuç ve Öneriler: Hemşirelerin yoğun bakım gibi servislerde hastalarından etkilendikleri ve iletişimlerinin bu etkilere bağlı olduğu ortaya çıkmıştır. Hemşirelerin sözsüz iletişim tekniklerini geliştirmesinin, bakım odaklı hasta hemşire etkileşimine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hemşire, İletişim, Hasta-Hemşire Etkileşimi.

1.GİRİŞ

Hemşirelik bakımı, hasta ve hemşire arasındaki iletişim ve etkileşim temeline dayanır. Hastaların iletişim gereksinimlerini karşılamada hemşireler diğer sağlık ekibi üyelerine göre daha etkindir. Uygulana hemşirelik girişimleri ve değerlendirmeleri esnasında kurulan planlı iletişim sonucunda hemşireler hastaları etkiledikleri gibi onlardan da etkilenir (1-4). Yoğun bakımda yatan hastalarda iletişim ve etkileşim çok daha önemli bir konu haline gelmektedir. Yoğun bakım servislerinde hastalarla hemşireler arasında neredeyse duvar örüldüğü gözlemlenmektedir. Oysaki yoğun bakımda tedavi gören hastalar genellikle yaşam

fonksiyonları için destek gereken, kendi gereksinimlerini karşılayamayan, fiziksel durumu kötü, bazen bilinci kapalı, ve özel bakım gerektiren hastalardır. Bu hastalarda hemşirenin olumlu ve etkili bir şekilde iletişim kurması ve etkileşim halinde olması hastanın anksiyetesini azaltır, tedaviye uyumu kolaylaştırır ve maksimum iyileşmeyi sağlar. Etkili iletişim, hemşirenin hasta ve ailesiyle ilişkilerinde kabullenme ve güven duygusunun geliştirilmesi, hastanın psikososyal bütünlüğünün ve başarılı bir hemşirelik bakımının sağlanması için gerekli ve oldukça önemlidir (5-8)

Hastaneye uyum sağlamada en çok hemşirelerle kurdukları iletişimden memnun olmayan hastalar olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu hastaların hastanede kalma sürelerinin de uzadığı belirtilmektedir. Hemşire ve hasta arasındaki etkileşim olumlu oldukça hastaların iyilik hali artmakta ve hastanede kalma süresi kısalmaktadır (9-11). Etkileşimin sadece iki kişi arasında iletişim kurularak sağlandığının düşünülmesi büyük bir yanılgıdır. Çünkü iletişim bilinci kapalı olan hastalarla da sağlanması gerekmektedir. Çünkü hastaların bilinci kapalı olsa bile etrafında olan herşeyi algılayabilir, sesleri duyabilir sadece algıladığı duruma tepki veremezler. Bu yüzden yoğun bakım gibi servislerde tedavi gören bilinci kapalı hastalarla da uygun iletişim teknikleri kurulmalıdır (12,13).

Hemşireler bakım verdikleri süreçte profesyonel hasta-hemşire ilişkisini geliştirebilmesi için öncelikle hasta ve hemşire arasındaki etkileşimin değerlendirilmesi gerekir. Bu değerlendirme sonucuna göre yapılan iyileştirme çabaları hem bakımın kalitesini yükseltecek hem de hastalarından aldıkları bakımdan memnuniyetlerini arttıracaktır. Bu nedenle bu çalışma, hemşirelerin hemşire-hasta etkileşimini değerlendirmek ve buna yönelik görüş ve düşüncelerinin incelemek amacıyla planlanmıştır.

2.GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Şekli

Bu araştırmada fenomenolojik desen nitel veri toplama yöntemi kullanılmıştır.

2.2. Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın örneklemi 2023 yılında Nevşehir Devlet Hastanesinde yoğun bakım servislerinde çalışan hemşireler olacaktır. Çalışmada Nevşehir Devlet Hastanesinde amaçlı örnekleme yöntemi kullanılarak hemşirelere ulaşılabilecektir. Amaçlı örnekleme yöntemi ile belirlenmiş olan ve çalışmaya katılmayı kabul eden hemşireler örneklemi oluşturmuştur.

Nitel araştırmalarda örneklem büyüklüğü, amaca, faydalı olma durumuna ve güvenilir olduğuna bağlıdır ve örneklem genişliğine yönelik bir kural bulunmamaktadır. Yeni bir bilgiye ulaşılamadığında ve veriler tekrarlanana kadar devam edilmiştir. Amaca yönelik örneklem büyüklüğü kullanılarak veriler doyum noktasına ulaşıldığında ve yeni bir bilgi ortaya çıkmadığında veri toplama süreci sonlandırılmıştır.

2.3. Veri Toplama Araçları

Araştırma verileri; kişisel bilgi formu ve hemşirelerin deneyimlerine ilişkin görüşlerini değerlendirmek amacıyla yarı yapılandırılmış ve açık uçlu sorulardan oluşan görüşme formu kullanılarak toplanmıştır.

Tanıtıcı Bilgi Formu: Bu form hemşirelerin yaş, cinsiyet, eğitim durumu, medeni durumunu içeren demografik veriler, yaşadıkları yer, çalışma durumu sürecine yönelik sorulardan oluşmaktadır.

Yarı yapılandırılmış görüşme formu: Hemşirelerin deneyimlerine ilişkin görüşlerini değerlendiren açık uçlu sorulardan oluşmaktadır.

2.4. Araştırmaya dahil edilme ve çıkarılma kriterleri

Alınma Kriterleri;

- 18-55 yaş arasında olan,
- Hemşire olarak çalışan,
- Yoğun bakım servisinde en az 1 yıldır çalışan,
- Çalışmaya katılım konusunda gönüllü olan bireyler dahil edilecektir.

Alınmama Kriterleri;

- Çalışmaya katılım konusunda gönüllü olmayan bireyler çalışmaya dahil edilmeyecektir.

Çıkarılma Kriterleri;

Araştırma formlarını eksik dolduran ve araştırmaya devam etmek istemeyen bireyler çalışmadan çıkarılacaktır.

2.5. Araştırmanın Uygulanması

Araştırma verileri, “Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu” kullanılarak toplandı. Görüşme formunun uygulanabilir ve anlaşılabilirliğini kontrol etmek amacıyla 2 hemşire ile ön uygulama yapılmıştır. Ön uygulama sonrasında konuda uzman 3 uzman görüşü alınarak görüşme formuna son hali verilmiştir. Görüşmeler katılımcılardan izin alınarak ses kayıt cihazına kaydedilmiştir. Görüşmeler sonlandıktan sonra araştırmacı topladığı verileri katılımcılara teyit ettirmek amacıyla özetlemiş ve doğruluğunu kontrol etmiştir.

2.6. Verilerin değerlendirilmesi

Araştırmadan elde edilen veriler yarı yapılandırılmış görüşme formu ve kişisel bilgi formuyla görüşme yapılarak toplanmıştır. Görüşmeler veriler tekrar edene kadar veri doygunluğuna ulaşılması amacıyla devam ederek 12 görüşme sonrasında veri toplama süreci sonlandırılmıştır. Nitel veriler, bilgisayar ortamında yazılı hale getirildikten sonra içerik analizi ile çözümlenmiştir. Araştırmanın verileri; kodlama yoluyla kategorilere ayrılarak, kategoriler arasındaki ilişkiler ortaya çıkarılmış ve temalar oluşturulmuştur. Temalar, gerektiğinde doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. Kişisel Bilgi formundaki tanımlayıcı özellikler ise SPSS programında sayı ve yüzde olarak değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

Araştırmaya dahil edilen hemşirelerin yaşları 26-40 arasında olup yaş ortalaması 31.91 (± 1.14)’dir. Araştırmadan elde edilen bulgular aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmaya Katılan Hemşirelerin Tanımlayıcı Özelliklerinin Dağılımı (n=12)

Tanımlayıcı Özellik	Sayı	Yüzde

Cinsiyet		
Kadın	12	100
Erkek	0	0
Medeni durum		
Evli	6	50.0
Bekar	6	50.0
Mezun olunan program		
Lise	0	0
Üniversite	10	83.3
Lisansüstü	2	16.7
Yoğun bakım servisine çalışma yılı		
1-3	3	25.0
4-11	8	66.7
11 ve üzeri	1	8.3
Gündüz vardiyasında hasta sayısı		
1-5	2	16.7
6-11	8	66.6
11 ve üzeri	2	16.7
Hastalarla iletişime ayrılan süre		
1 saat ve altı	8	66.7
1-2 saat	2	16.7
3-4 saat	1	0.8
4 saat ve üzeri	1	0.8
Meslekten memnuniyet		
Memnun değil	2	16.7
Kısmen memnun	3	25.0
Memnun	7	58.3
Yoğun bakımda çalışmaktan memnuniyet		
Memnun değil	2	16.7
Kısmen memnun	4	33.3
Memnun	6	50.0

Hemşirelerin %66.7'si yapılan uygulamalarda hastalarından çok etkilendiklerini, %75'i yapılan uygulamalarda onay almadıklarını, %75'i hastayla sözsüz iletişim kurmadıklarını, %58.3'ü göz teması kurmadıklarını, %66.7'si hastaları dinlemediklerini ifade etmişlerdir.

Hemşirelerden alınan yanıtlardan oluşan üst temalar; “etkileşimin anlamı”, “sorunlar ve öneriler”, “hasta katılımı” ve “etik” şeklinde oluşturulmuştur. Bu temalarda hemşirelerden alınan ifade örnekleri aşağıda verilmiştir.

“ K8: Hastalarla iletişim ve etkileşim olduğunda onlar da uygulamalarda size güveniyorlar ve uygulamaları işbirliği içinde yapıyorsunuz. Bu yüzden bilinci kapalı olsa da hastalarla iletişim kurmak zorundayız. Etkileşim ve iletişim mesleğimizde çok önemli.”

“ K6: Yoğun bakımda hastalarla iletişim kuramıyoruz. Sözel iletişim kuramadığımız için onların gereksinimlerini çok fark edemiyoruz. Sadece rutin uygulamaları yapıyoruz. Bireysel tercihlerini ve isteklerini bilemiyoruz. Bu anlamda sözsüz iletişim teknikleriyle ilgili eğitimler almalıyız diye düşünüyorum”

“ K11: Hastalara yapılan uygulamalarda onlardan onay alamamak, iletişim kuramamak, hasta yakınlarının olmaması ve tamamen yoğun bakımdaki hemşirelere bağımlı olmaları etik açıdan beni düşündürüyor. Bu anlamda etik ilkelere uygun karar vermekte bazen zorlanıyorum.”

“K2: Yoğun bakım servisinde hastalarla olumlu iletişimin hastaları iyileştirebileceğini biliyorum. Ancak iş yükümüz çok fazla olduğu için ve hasta sayımız çok fazla olduğu için birey odaklı değil iş odaklı çalışmak zorunda kalıyoruz.”

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmaya katılan hemşirelerin çoğu hastalarla iletişimin önemli olduğunu düşünmesine karşın onlarla iletişim ve etkileşim kuramadığını ifade etmiştir. Bu anlamda;

- Hemşirelere etkili iletişim teknikleri hakkında eğitim verilmesi,
- Yoğun bakım gibi servislerde yatan hastalarla sözsüz iletişim tekniklerinin geliştirilmesi,
- Hemşire hasta etkileşimini geliştirecek tekniklerin uygulandığı çalışmaların yapılması,
- Lisans eğitiminde hastalarla iletişim konusunun kapsamının artırılması önerilebilir.

KAYNAKÇA

- 1) Fleischer S, Berg A, Zimmermann M, Wüste K, Behrens J. Nurse-patient interaction and communication: A systematic literature review. J Public Health, 2009; 17: 339-53.
- 2) Özcan A. Hemşire-Hasta İlişkisi ve İletişim. 1. Baskı. İzmir: Saray Tıp Kitabevleri 1996.
- 3) Aydın A, Hiçdurmaz D. Kişilerarası duyarlılık ve hemşirelik. Psikiyatri Hemşireliği Dergisi, 2016; 7(1): 45-9
- 4) Shattell M. Nurse-patient interaction: A review of the literature. Journal of Clinical Nursing, 2004; 13: 714-22. Tutuk A, Al D, Doğan S. Hemşirelik öğrencilerinin iletişim becerisi ve empati düzeylerinin belirlenmesi. Cumhuriyet Üniversitesi Hemşirelik Yüksek Okulu Dergisi, 2002; 6(2): 36-41.
- 5) Özyurt G. (1992). Yoğun Bakım. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayını. p.: 61
- 6) Adams N.R. (1981). Intermed Communications. Pennsylvania. p.: 87-88
- 7) Vincent J.L. (1997). Communication in the ICU. Intensive Care Medical. 23: 1093-1098
- 8) Yalçın Atar N. Hemşirelik Öğrencilerinin Hemşire-Hasta Etkileşimine Yönelik Tutum ve Davranışları. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul 2012
- 9) Smith, S , Hanson, JL , Tewksbury, LR. (2007). Teaching Patient Communication Skills to Medical Students: A review of randomized controlled trials. Evaluation & The Health Professions. (30), 3–20.
- 10) Vincent, JL. (1997). “Communication in the ICU.” Intensive Care Medicine. 23(10):1093-8.
- 11) Efil, S., Kurucu, NM., Eser, O. (2011). Beyin Cerrahi Yoğun Bakımında Takip Edilen Hastaların Hasta Yakını Ziyaret Sıklığının ve Hemşire ile Olan İletişimin Hastanın İyileşmesine Etkisi. Kocatepe Tıp Dergisi. 12 (3), 151-5
- 12) Kara, B. (2014). Yoğun Bakım Hemşirelerinin Bilinci Kapalı Hastayla İletişim-Etkileşim Konusundaki Yaklaşımı. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya
- 13) Doğan Ş. Bilinçsizlik ve Diğer Nedenlerle Yatağa Bağımlı Hastalarda Hemşirelik Girişimlerinin İncelenmesi. GATA, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 1995

SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN YAPAY ZEKA KAYGISI

Dr.Öğr.Üyesi Nilay ÇAKICI

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, nilay@nevsehir.edu.tr, 0000-0003-4169-6609

ÖZET

Giriş ve Amaç: Günümüzde teknolojik gelişmelerin olumlu etkileri pek ok alanda olduğu gibi sağlık alanında da kullanılmaktadır. Ancak hayatımızda önemli bir yere sahip olan teknolojinin gelecekte insan emeğinin yerini alacağı kaygısı özellikle sağlık alanında çalışan grubu önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Sağlık çalışanlarının özellikle yapay zeka gibi hızla gelişen teknolojiye kaygı ve endişe duymadan uyum göstermesi önemli bir durum olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada sağlık bilimleri fakültesinde öğrenim gören hemşirelik ve ebelik öğrencilerinin yapay zeka kaygı düzeylerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Method: Tanımlayıcı, kesitsel türdeki çalışma bir sağlık bilimleri fakültesinde 153 ebelik ve hemşirelik öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın verilerini toplamak için Tanımlayıcı Soru Formu ve Terzi'nin (2020) Türkçeye uyarladığı Yapay Zeka Kaygısı Ölçeği ile toplanmıştır. Bu çalışmada ölçeğin Cronbach α değeri .93'dür. Verilerin değerlendirilmesinde uygun istatistiksel yöntemler kullanılmıştır.

Bulgular: Öğrencilerin yapay zeka kaygı düzeyleri ortalaması ($\bar{x}=2.50\pm1.15$) ölçek ortalamasının altındadır. Öğrencilerin yapay zeka kaygı düzeylerinin düşük olduğu belirlenmiştir ve öğrencilerinin çoğunun yasal ve etik açıdan yaşanabilecek problemlerle ilişkili kaygı yaşanabileceğini ifade etmişlerdir.

Sonuç ve öneriler: Araştırmaya katılan öğrencilerin yapay zeka kaygı düzeylerinin ortalamasının düşük olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre sağlık alanında öğrenim gören öğrencilerin alandaki gelişmelere ve teknolojiye kolay uyum sağlayacağı düşünülebilir. Öğrencilerin eğitimlerinde teknoloji ve gelişim konularında konulara yer verilmesi ve bu konudaki özgüvenlerinin geliştirilmesi için uygulama alanlarında da kullanılan teknolojik gelişimlere uyum sağlamalarının desteklenmesi önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Öğrenci, yapay zeka, yapay zeka kaygısı

1.GİRİŞ

Günümüzde teknolojik gelişmelerin olumlu etkileri pek ok alanda olduğu gibi sağlık alanında da kullanılmaktadır. “Yapay zeka” kavramının ortaya çıkışı 1950'lere dayanmaktadır. Makinelerin insan gibi düşünmesi anlamında kullanılan bu kavram pek çok alanda maliyeti azaltmak ve performansı arttırmak amacıyla kullanılmıştır (Pirim 2006; Lillehaug ve Lajoie, 1998; Lopez-Jimenez, F. et al 2020; Casseyand ve Savalle-Dunn 1994, Lindqwister, et al. 2020). Yapay zekanın özellikle tıp ve hukuk alanında kullanılması bu meslekler üzerinde önemli etkileri olacağı belirtilmektedir (Tredinnick, 2017). Sağlık alanında insanların yerine kullanılması amacıyla değil insanlara yardımcı olması önerilerde bulunması amacıyla kullanıldığı ve çalışanların iş arkadaşı olarak görülmesi gerektiği belirtilmektedir (Babalık ve Güler, 2007; Pakdemirli, 2019). Ancak hayatımızda önemli bir yere sahip olan teknolojinin gelecekte insan emeğinin yerini alacağı kaygısı özellikle sağlık alanında çalışan grubu önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Sağlık çalışanlarının özellikle yapay zeka gibi hızla gelişen

teknolojiye kaygı ve endişe duymadan uyum göstermesi önemli bir durum olarak değerlendirilmektedir (Tugay ve Tugay, 2019). Literatürde sağlık teknolojilerine yönelik kaygının yaşanabildiği belirtilmektedir. Teknofobi olarak adlandırılan bu kavramın iş ve kişisel hayatını olumsuz etkilediği, teknolojiye uyum sağlanmasında zorluğa neden olduğu belirtilmektedir (Taş ve Turanlıgil, 2020; İbrahimoglu, Seyhan ve Bal, 2015). Yapılan işlerde insanın yerini alabilecek durumda olan yapay zekanın insana olan ihtiyacın azalması konusunda kaygı yaratmaktadır (Akkaya, Özkan ve Özkan, 2021; Gherheş, 2019). Bu kaygının özellikle meslek seçimi konusunda kaygıları olan üniversite öğrencilerinde daha fazla olabileceği düşünülmektedir (Merdan, 2021). Bu konuyla ilgili literatür tarandığında yeterli kaynağa ulaşılamamıştır. Bu nedenle bu çalışmada sağlık bilimleri fakültesinde öğrenim gören hemşirelik ve ebellek öğrencilerinin yapay zeka kaygı düzeylerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2.MATERYAL METHOD

2.1. Araştırmanın Şekli

Bu araştırma tanımlayıcı araştırma şeklinde yapılmıştır.

2.2. Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın örneklemini 2023 yılında özel bir üniversitenin Sağlık Bilimleri Fakültesinde öğrenim gören Hemşirelik ve Ebellek bölümü birinci sınıf (153) öğrencileri oluşturmaktadır. Meslek algısına yönelik karar vermelerini etkileyebileceği için birinci sınıf öğrencileri tercih edilmiştir. Evrendeki öğrencilerden çalışmaya katılmayı kabul eden 120 öğrenci çalışmanın örneklemini oluşturmuştur.

2.3. Veri Toplama Araçları ve Verilerin Toplanması

Araştırma verileri; kişisel bilgi formu ve Yapay zeka kaygı ölçeği ile çevrimiçi ortamda toplanmıştır.

Tanıtıcı Bilgi Formu: Bu formda öğrencilerin cinsiyet, okuduğu bölüm, mezun olduğu lise ve yapay zeka kullanımına ilişkin sorular yer almaktadır.

Yapay Zeka Kaygı Ölçeği: 2019 yılında Wang ve Wang tarafından geliştirilen ve 2020 yılında Terzi tarafından Türkçeye uyarlanan bu ölçek 21 ifade 4 boyuttan oluşmaktadır. 5'li likert tipinde hazırlanan ölçekte öğrenme boyutu 8 ifade (1-8), iş değiştirme boyutu 6 ifade (9-14), sosyoteknik körlük boyutu 4 ifade (15-18) ve yapay zekâ yapılandırması boyutu 3 ifadeden (19-21) oluşmaktadır (Terzi 2020).

2.4. Araştırmaya dahil edilme ve çıkarılma kriterleri

Alınma Kriterleri;

- Sağlık bilimleri fakültesi öğrencisi olmak,
- Birinci sınıf öğrencisi olmak,
- Çalışmaya katılım konusunda gönüllü olan bireyler dahil edilecektir.

Alınmama Kriterleri;

- Çalışmaya katılım konusunda gönüllü olmayan bireyler çalışmaya dahil edilmeyecektir.

Çıkarılma Kriterleri;

Araştırma formlarını eksik dolduran ve araştırmaya devam etmek istemeyen bireyler çalışmadan çıkarılacaktır.

2.5. Verilerin değerlendirilmesi

Veri analizinde SPSS programı kullanılarak öncelikle normallik testi için çarpıklık (Skewness), basıklık (Kurtosis) değerlerine göre analiz yapılmıştır. Ölçeğin ortalama ve standart sapma değerleri incelenmiştir. İstatistiksel anlamlılık değeri (p) .05 olarak belirlenmiştir. Türkçe geçerlilik güvenirlik çalışmasında, Crombach Alpha değeri Terzi (2020) tarafından 0,96 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ise 0,943 bulunmuştur.

3.BULGULAR

Çizelge 1. Öğrencilerin Tanımlayıcı Özellikleri

Tanımlayıcı Özellik	Sayı	Yüzde
Cinsiyet		
Erkek	57	37.2
Kadın	96	62.8
Okuduğu Bölüm		
Hemşirelik	81	52.9
Ebelik	52	47.1
Mezun olunan lise		
Fen Lisesi	2	1.3
Anadolu Lisesi	38	24.8
Normal Lise	81	53.0
Sağlık Meslek Lisesi	29	18.9
Diğer	3	2.0
Yapay zeka kullanım durumu		
Var	2	1.3
Yok	151	98.7
TOPLAM	153	100

Araştırmaya katılmayı kabul eden öğrencilerin tanımlayıcı özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre öğrencilerin %62.8’i kadın, %52.9’u hemşirelik, %53’ü normal lise mezunu ve %98.7’si yapay zeka kullanımı yoktur (Çizelge 1).

Çizelge 2. Öğrencilerin Yapay Zeka Kaygısı Ölçeği Ortalamaları

Yapay Zeka Kaygı Ölçeği	Ort.	ss
1. Bir yapay zeka tekniğiyle/ ürünüyle ilişkili tüm özel işlevleri anlamayı öğrenmek beni endişelendiriyor.	2.14	1.26
2. Yapay zeka tekniklerini/ürünlerini kullanmayı öğrenmek beni endişelendiriyor.	2.45	1.08
3. Bir yapay zeka tekniğinin/ürününün belirli işlevlerini kullanmayı öğrenmek beni endişelendiriyor.	2.13	1.05
4. Bir yapay zeka tekniğinin nasıl çalıştığını (veya ürününün ne işe yaradığını) öğrenmek beni endişelendiriyor.	2.74	1.20
5. Bir yapay zeka tekniği/ürünü ile etkileşim kurmayı öğrenmek beni endişelendiriyor.	2.01	1.16
6. Yapay zeka tekniklerinin/ürünlerinin geliştirilmesi hakkında ders almak beni endişelendiriyor.	2.64	1.07
7. Bir yapay zeka tekniğinin/ürününün kılavuzunu okumak beni endişelendiriyor.	2.10	1.05
8. Yapay zeka teknikleriyle/ürünleriyle ilişkili gelişmelere ayak uyduramamak beni endişelendiriyor.	3.01	1.19
9. Bir yapay zeka tekniğinin/ürününün bizi bağımlı kılacağından korkuyorum.	2.22	1.10
10. Bir yapay zeka tekniğinin/ürününün bizi daha da tembelleştirebileceğinden korkuyorum.	3.00	1.30
11. Bir yapay zeka tekniğinin/ürününün insanların yerini alabileceğinden korkuyorum.	3.01	1.22
12. İnsansı robotların yaygın kullanımının, insanların işlerini elinden alacağından korkuyorum.	2.43	1.20
13. Yapay zeka tekniklerini/ürünlerini kullanmaya başlarsam onlara bağımlı olacağımdan ve akıl yürütme becerilerimi kaybedeceğimden korkuyorum.	2.57	1.43
14. Yapay zeka tekniklerinin/ürünlerinin kişilerin işlerini elinden alacağından korkuyorum.	2.63	1.03
15. Bir yapay zeka tekniğinin/ürününün kötü amaçlı kullanılacağından korkuyorum.	2.80	1.09
16. Bir yapay zeka tekniğiyle/ürünüyle potansiyel olarak ilişkili çeşitli sorunlardan korkuyorum.	2.09	1.03
17. Bir yapay zeka tekniğinin/ürününün kontrolden çıkabilir ve arızalanabilir olacağından korkuyorum.	2.54	1.16
18. Bir yapay zeka tekniğinin/ürününün robot özerkliğine yol açabileceğinden korkuyorum.	2.60	1.19
19. İnsansı yapay zeka tekniklerini/ürünlerini (örneğin insansı robotları) ürkütücü buluyorum.	2.28	1.20
20. İnsansı yapay zeka tekniklerini/ürünlerini (örneğin insansı robotları) tehditkar buluyorum.	2.33	1.33
21. Nedenini bilmiyorum, fakat insansı yapay zeka teknikler/ürünler (örneğin insansı robotlar) beni korkutuyor.	2.78	1.01
GENEL TOPLAM	2.50	1,15

Çizelge 2’de araştırma örneklemine dahil edilen öğrencilerin yapay zeka kaygı ölçeğinden aldıkları puan ortalamaları yer almaktadır. Bu çizelgeye göre öğrencilerin yapay zeka kaygı düzeyleri ortalaması ($\bar{x}=2.50\pm1.15$) ölçek ortalamasının altındadır. Öğrencilerin yapay zeka kaygı düzeylerinin düşük olduğu belirlenmiştir ve öğrencilerinin çoğunun yasal ve etik açıdan yaşanabilecek problemlerle ilişkili kaygı yaşanabileceğini ifade etmişlerdir.

4.SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmaya katılan öğrencilerin yapay zeka kaygı düzeylerinin ortalamasının düşük olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre sağlık alanında öğrenim gören öğrencilerin alandaki gelişmelere ve teknolojiye kolay uyum sağlayacağı düşünülebilir. Ancak konuyla ilgili en çok öğrenciler yapay zekanın insanın yerini almasından, onları daha çok tembelleştirmesinden ve gelişen teknolojiye ayak uyduramamaktan endişelendiklerini ifade etmişlerdir. Bundan dolayı öğrencilerin eğitimlerinde teknoloji ve gelişim konularında konulara yer verilmesi ve bu konudaki özgüvenlerinin geliştirilmesi için uygulama alanlarında da kullanılan teknolojik gelişimlere uyum sağlamalarının desteklenmesi önerilebilir.

KAYNAKÇA

1. Akkaya, B., Özkan, A. Ve Özkan, H. (2021). “Yapay Zekâ Kaygı (YZK) Ölçeği: Türkçeye Uyarlama, Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması”. *Alanya Akademik Bakış*, 5(2), 1125-1146.
2. Cassey, M. Z., & Savalle-Dunn, J. (1994). Sketching the future: trends influencing nursing informatics. *Journal of Obstetric, Gynecologic, & Neonatal Nursing*, 23(2), 175-182.
3. Gherheş, V. (2018). Why are we afraid of artificial intelligence (AI)?. *European Review of Applied Sociology*, 11(17), 6-15.
4. İbrahimoglu, N., Seyhan, M. & Bal, F. (2015). Teknofobi düzeyi ve örgütsel atalet ilişkisi: gaziantep ili kamu hastanelerinde bir araştırma. *Örgütsel Davranış Kongresi*, 615-620. <https://www.researchgate.net/publication/299207784>.
5. Lillehaug, S. I. & Lajoie, S. P. (1998). AI in medical education—another grand challenge for medical informatics. *Artificial Intelligence in Medicine*, 12(3), 197-225.
6. Lindqwister, A. L., Hassanpour, S., Lewis, P. J., & Sin, J. M. (2021). AI-RADS: an artificial intelligence curriculum for residents. *Academic radiology*, 28(12), 1810-1816.
7. Lopez-Jimenez, F., Attia, Z., Arruda-Olson, A. M., Carter, R., Chareonthaitawee, P., Jouni, H., ... & Friedman, P. A. (2020, May). Artificial intelligence in cardiology: present and future. In *Mayo Clinic Proceedings* (Vol. 95, No. 5, pp. 1015-1039). Elsevier.
8. Merdan, E. (2021). Eysenck’in Kişiliğin ve Sosyal Zekânın Kariyer Kararlılığı Üzerindeki Rolünün İncelenmesi. 3. International CEO Communication, Economy, Organization & Social Sciences Congress, 24-25 December 2021 - Ukraine, 266-276.

9. Pakdemirli, E. (2019). Artificial intelligence in radiology: Friend or foe? Where are we now and where are we heading? *Acta radiologica open*, 8(2), 2058460119830222
10. Pirim, A. G. H. (2006). Yapay zeka. *Journal of Yaşar University*, 1(1), 81-93.
11. Taş, D. & Turanligil, F. (2020). Sağlık çalışanlarının bilgisayar teknolojisine karşı tutumları ile teknoloji öz-yeterliği düzeylerinin işgücü devrine etkisi: Gaziantep üniversitesi tıp fakültesi hastanesi örneği. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 21(2), 1-17.
12. Terzi, R. (2020). An adaptation of artificial intelligence anxiety scale into Turkish: Reliability and validity study. *International Online Journal of Education and Teaching*, 7(4), 1501-1515
13. Tredinnick, L. (2017). Artificial intelligence and professional roles. *Business Information Review*, 34(1), 37-41.
14. Tugay, B. & Tugay, R. (2019). Uluslararası sistemin geleceğini yapay zekâ üzerinden analiz etmek. *Journal of Academic Value Studies*, 5(3), 376-384.

KREDİ VE YURTLAR KURUMUNA BAĞLI YURTLARDA KALAN ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN SAĞLIKLI YAŞAM BİÇİM DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ÇAPUK

Şırnak Üniversitesi, huseyincapuk@outlook.com

<https://orcid.org/0000-0003-0542-3152>

Özet

Amaç: Bu araştırma Kredi ve Yurtlar Kurumu'na bağlı yurtlarda kalan üniversite öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçim davranışlarının incelenmesi amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Metot: Tanımlayıcı tipte olan bu araştırma, Mart-Haziran 2023 tarihleri arasında yapılmıştır. Çalışmanın evrenini Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer alan bir üniversitenin Kredi Yurtlar Kurumunda kalan öğrenciler oluşturmuştur (N=1285). Evreni bilinen örneklem hesaplama yöntemi ile $\alpha = .05$, %95 güven düzeyi minimum 296 bireye ulaşılması gerektiği belirlenmiş fakat araştırmaya katılmaya gönüllü 332 öğrenci ile yüz yüze görüşülerek tamamlanmıştır. Verilerin analizinde sayı, ortalama, yüzde dağılımları ve normal dağılım gösteren verilerde parametrik testleri (Student t testi, ANOVA) kullanılmıştır.

Bulgular: Öğrencilerin %68.4'ü kadın, %31.6'sı erkektir. Öğrencilerin sağlıklı yaşam biçimi davranışları ölçek toplam puan ortalaması (119.71 ± 17.46), en yüksek puan manevi gelişim (22.00 ± 3.90), en düşük puanın fiziksel aktivite (18.09 ± 4.19) alt ölçeğinden alındığı belirlendi. Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ölçeği Sağlık Sorumluluk Alt Boyutu ile düzenli spor faaliyetlerine katılma, yurt arkadaşları ile sağlıklı ilişkiler kurma durumu; Beslenme alt boyutu ile yurt yemekleri dışında fastfood ile beslenme durumu; Fiziksel Aktivite alt boyutu ile cinsiyet, sigara ve alkol kullanma durumu; Kişilerarası İlişkiler alt boyutu ile yurt ortak alanlarını hijyenik bulma durumu; Stres Yönetimi alt boyutu ile düzenli spor faaliyetlerine katılma durumu arasında istatistiksel olarak önemli fark saptanmıştır ($p < 0.05$).

Sonuç: Kredi yurtlar kurumuna bağlı yurtlarda kalan öğrencilerin sağlıklı yaşam biçimi davranışları orta düzeyde bulunmuştur. Çalışmada cinsiyet, sigara ve alkol kullanımı, yurt ortak alanlarını hijyenik bulma, yurt yemekleri dışında fastfood beslenme, düzenli spor faaliyetlerine katılım, yurt arkadaşları ile sağlıklı ilişkiler kurma öğrencilerin sağlıklı yaşam biçimi davranışlarını etkilediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları, Üniversite Öğrencileri, Sağlıklı Yaşam

EXAMINATION OF HEALTHY LIFESTYLE BEHAVIORS OF UNIVERSITY STUDENTS STAYING IN DORMITORIES AFFILIATED WITH THE CREDIT AND DORMITORIES INSTITUTION

ABSTRACT

Objective: This study was conducted to examine the healthy lifestyle behaviors of university students staying in dormitories affiliated with the Credit and Dormitories Institution.

Material and Method: This descriptive study was conducted between March and June 2023. The population of the study consisted of students staying at the Credit Dormitories Institution of a university located in the Southeastern Anatolia region of Turkey (N=1285). With the known sample calculation method, $\alpha = .05$, 95% confidence level, a minimum of 296 individuals should be reached, but the study was completed by face-to-face interviews with 332 students who volunteered to participate in the study. In the analysis of the data, number, mean, percentage distributions, and parametric tests (Student t-test, ANOVA) were used for normally distributed data.

Results: 68.4% of the students were female and 31.6% were male. The mean total score of the healthy lifestyle behaviors scale (119.71 ± 17.46), the highest score was obtained from spiritual development (22.00 ± 3.90), and the lowest score was obtained from physical activity (18.09 ± 4.19) subsc. There was a statistically significant difference ($p < 0.05$) between the Health Responsibility subscale of the Healthy Lifestyle Behaviors Scale and participation in regular sports activities and healthy relationships with dormitory mates; between the Nutrition subscale and eating fast food other than dormitory meals; between the Physical Activity subscale and gender, smoking and alcohol use; between the Interpersonal Relations subscale and finding the common areas of the dormitory hygienic; between the Stress Management subscale and participation in regular sports activities.

Conclusion: The healthy lifestyle behaviors of students staying in dormitories affiliated with the credit and dormitories institution were found to be at a moderate level. In the study, it was concluded that gender, smoking and alcohol use, finding the common areas of the dormitory hygienic, eating fast food other than dormitory meals, participating in regular sports activities, and establishing healthy relationships with dormitory mates affect students' healthy lifestyle behaviors.

Key Words: Healthy Lifestyle Behaviors, University Students, Healthy Living

GİRİŞ

Sağlık, bireylerin kendini ruhsal, bedensel ve sosyal açıdan sağlıklı ve sorunlarını çözümlemede etkin sayabilme sürecidir. Sağlık anlayışı bireyin ve toplumun sağlığını koruyan, sürdüren, geliştiren davranışlar kazanması için sağlıkla ilgili doğru kararlar vermesi üzerine dayanmaktadır (Özbaşaran et al., 2006). Sağlık, çok yönlü, dinamik ve sürekli değişen bir süreç

olmasının yanı sıra, bireyin yaşamı boyunca yaptığı davranış tercihlerine bağlı olarak da değişebilmektedir (Almutairi et al., 2018). Sağlıklı yaşam biçimi davranışlarında birey dengeli beslenme, sigara, alkol ve madde kullanımından uzak durma, düzenli fiziksel aktivite, uyku, sosyal ilişkilerini güçlü tutma ve stres yönetimini kapsamaktadır (Ertop, Yılmaz, & Erdem, 2012). Özellikle liseden üniversiteye geçiş döneminde öğrencilerin akademik ve mali sorumluluklarını üstlenmeleri, evlerinden ve ailelerinden uzaklaşmaları, yeni sosyal ağlar geliştirmeleri ve karar alma rolleri üstlenmeleri nedeniyle kritik bir dönemdir (Shudayfat et al., 2023). Bilimsel literatür riskli alışkanlıkların genellikle ergenlik döneminde başladığı fakat bireylerin önemli miktarda stres yaşadığı 18 ile 30 yaşları arasındaki bu dönemlerde kalıcı hale geldiği ifade edilmiştir. Çünkü üniversiteye başlamak genellikle bağımsızlığın ve özerkliğin arttığı, zihinsel sağlık da dahil olmak üzere sağlık sonuçlarını etkileyebilecek olumlu sağlık davranışları kazanmaları açısından büyük bir yaşam değişikliğini kapsamaktadır (Licata, Maruca, Citrino, & Bianco, 2023). Üniversite öğrencilerinde aşırı kötü beslenme, fiziksel hareketsizlik, uzun süre oturma, yeterli uyku uyumama, aşırı sigara ve alkol tüketimi gibi durumlar görülmektedir. Sağlıksız beslenmelerinin arka planında stres, zaman kısıtlılığı, sağlıklı gıda fiyatlarının yüksek olması ve abur cuburlara kolay erişim sağlıksız beslenmeleriyle ilişkili olduğu görülmüştür (Ong, Hutchesson, Patterson, & Whatnall, 2021). Avusturalya’da üniversite öğrencileriyle yapılan bir çalışmada katılımcının, beslenme yönergelerine kıyasla besin açısından zengin gıdaların daha az tüketildiğini ve enerjisi yoğun, besin açısından fakir gıdaların daha fazla tüketildiğini bildirdiğini göstermiştir (Whatnall, Patterson, Chiu, Oldmeadow, & Hutchesson, 2020). Yapılan bir araştırmada öğrencilerin madde kullanılan ortamda bulunması ve ailesinde madde kullananların olması madde kullanımına teşvik edici olduğu saptanmıştır (Çapuk & Aylaz, 2022). Araştırmalar sağlıklı yaşam biçimi davranışlarında değişiklik yapılmasıyla kalp hastalıklarının %80’inin ve tip II diyabetin %90’ının önlenilebileceğini göstermiştir. Ayrıca sağlıklı beslenmeye geçilmesi ve kilo kontrolünün sağlanması kanser vakalarının %1.3’ü önlenilebildiği, diğer vakaların %3.1’i sigaradan kaçınarak ve yaşam tarzı değiştirerek önlenilebildiği saptanmıştır (Shafieyan et al., 2015). Yurtlarda kalan üniversite öğrencilerin sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının belirlenmesine ve bu alanda ihtiyaçların saptanması oluşabilecek hastalık komplikasyonları için önlem alınmasına olanak tanıyabilir. Öğrencilerin ileriki yaşamları düşüldüğünde iyi bir rol model olmasıyla toplum sağlığının gelişmesi açısından elzemdir. Sonuç olarak öğrencilerin sağlık algılarının geliştirilmesi ve olumlu sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının özendirilmesi noktasında bu tespitler önemli olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle bu araştırma Kredi ve Yurtlar Kurumu’na bağlı yurtlarda kalan üniversite öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçim davranışlarının incelenmesi amacıyla yapılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmanın Türü: Bu araştırma tanımlayıcı tipte, nicel araştırma yöntemine göre yapılmıştır.

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi: Çalışmanın evrenini Türkiye’nin Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer alan bir üniversitenin Kredi Yurtlar Kurumunda kalan öğrenciler oluşturmuştur (N=1285). Evreni bilinen örneklem hesaplama yöntemi ile $\alpha = .05$, %95 güven düzeyi

minimum 296 bireye ulaşılması gerektiği belirlenmiş fakat araştırma 332 öğrenciyle yüz yüze görüşülerek tamamlanmıştır.

Araştırmanın Yeri ve Zamanı: Araştırma, Mart-Haziran 2023 tarihleri arasında yapılmıştır.

Araştırmaya dâhil edilme kriterleri: Araştırmaya katılmaya gönüllü olan, Üniversitenin yurtlarında kalan, araştırmaya engel herhangi bir görme veya işitme engeli olmaya, psikiyatrik bir tanı almayan bireyler araştırmaya dahil edilmiştir.

Araştırmaya dâhil edilmeme kriterleri: Araştırmaya katılmaya gönüllü olmayan, psikiyatrik tanı alan, görme veya işitme engeli bulunan bireyler araştırmaya dahil edilmemiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırma verileri araştırmacı tarafından literatür bilgileri taranarak hazırlanmıştır Buna göre yurttaki kalan üniversite öğrencilerine yönelik Sosyo-Demografik Bilgi Formu (yaş, beden kitle indeksi, cinsiyet, okuduğu fakülte/yüksekokul, öğrencinin geçim kaynağı, sosyo-ekonomik durum, sağlık sorunu olma durumu, sağlık kontrollerine gitme sıklığı, sigara, alkol ve madde kullanma durumu, yurt yemeklerini hijyenik bulma durumu, yurt yemeklerini sağlıklı bulma durumu, yurt ortak alanlar hijyenik bulma durumu, yurt banyo-tuvalet hijyenik bulma durumu, yurt çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyma durumu, yurt yemekleri dışında fastfood beslenme, yurt ortamlarında sık sık hastalanma, düzenli spor faaliyetlerine katılma, yurt arkadaşlarıyla sağlıklı ilişkiler kurma, yurttaki uykuyu yeterince alma) (Kuşdemir, 2015; Oktay, Gölçe, & Özer, 2021) ve Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ölçeği kullanılmıştır.

Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ölçeği (SYBDÖ II): Ölçek, Walker ve ark. (1987) tarafından 48 madde ve 6 faktör olarak geliştirilmiştir (Walker, Volkan, Sechrist, & Pender, 1988). Ölçek 1996 yılında tekrar revize edilerek SYBDÖ II olarak adlandırılmıştır (Walker & Hill-Polerecky, 1996). Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği Bahar ve ark (2008) tarafından yapılmıştır. Ölçek 52 madde ve altı faktörden (“Sağlık sorumluluk”, “Fiziksel Aktivite”, “Beslenme”, “Manevi Gelişim”, “Kişilerarası İlişkiler”, “Stres Yönetimi”) oluşmaktadır. Ölçeğin tamamı için en düşük puan 52, en yüksek puan 208 alınabilir. Ölçeğin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0.94 olarak saptanmış. Bu çalışmada tamamı için Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0.79 olarak bulunmuştur.

Etik Konular

Araştırmanın yapılabilmesi için bir devlet üniversitesinden Etik Kurul İzni (2023-E.56381) alınmıştır. Araştırma süresince Helsinki Bildirgesinde belirtilen kurallara uyulmuştur. Çalışmayı kabul eden bireylerin yazılı ve sözlü onamları alınmıştır.

Verilerin Analizi

Verilerin analizinde SPSS 22.0 paket programı ile sosyo-demografik özellikleri belirlemede frekans dağılımı, sayı ve aritmetik ortalama değerleri kullanılmıştır. Araştırma verileri Kolmogorov-Smirnov testi ile incelenmiş normal dağılım gösteren verilerde Independent Samples testi ve One-Way Anova analizi uygulanmıştır. Anlamlılık değeri $p < 0.05$ kabul edilmiştir.

BULGULAR

Bu bölümde çalışmaya katılan üniversite öğrencilerinin sosyodemografik özellikleri, sağlıklı yaşam biçimi davranış düzeyleri incelenmiştir.

Tablo 1: Katılımcıların Sosyodemografik Özelliklerinin Dağılımı

Yaş	X±SS	Sayı	Yüzde
	21.31±2.28		
Beden Kitle İndeksi			
18.5 ve Altı Zayıf (Düşük Ağırlık)		67	20.2
18.5-24.9 Arası Normal Ağırlık		237	71.4
25.0-29.9 Arası Obez Öncesi		28	8.4
Cinsiyet			
Erkek		105	31.6
Kadın		227	68.4
Okuduğu Fakülte/Yüksekokul			
Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu		123	37.0
İlahiyat Fakültesi		71	21.4
Güzel Sanatlar Fakültesi		53	16.1
Sağlık Bilimleri Fakültesi		34	10.2
Beden Eğitimi Ve Spor Yüksekokulu		35	10.5
Mühendislik Fakültesi		16	4.8
Öğrencinin Geçim Kaynakları			
Burs		76	22.9
Kredi		84	25.3
Harçlık		146	44.0
Gelir Getirici Bir İşte		26	7.8
Sosyo-Ekonomik Durum			
Kötü		85	25.6
Orta		203	61.1
İyi		44	13.3
Sağlık Sorunu Olma Durumu			
Evet		58	17.5
Hayır		274	82.5
Sağlık Kontrollerine Gitme Sıklığı			
Hiç Yaptırmayan		170	51.2
Son 6 Ay İçinde		104	31.4
6 Ay-1 Yıl		29	8.7
1-2 Yıl		29	8.7
Sigara Kullanma Durumu			
Evet		98	29.5
Hayır		234	70.5
Alkol Kullanma Durumu			
Evet (Kullanıyorum)		32	9.6
Hayır (Kullanmıyorum)		300	90.4
Madde Kullanım Durumu			

Esrar	37	11.2
Eroin	8	2.4
Hiç Kullanmadım	287	86.4

Tablo 1 de katılımcıların %71.4'ünün beden kitle indeksinin 18.5-24.9 Arası Normal Ağırlıkta olduğu, %68.4'ünün kadın olduğu, %31.6'nın erkek, %37.0 sağlık hizmetleri meslek yüksekokulu öğrencileri olduğu, %44.0'nın geçim kaynaklarının harçlık, %61.1'nin sosyoekonomik durumunun orta seviyede, %82.5'nin sağlık sorunu olmadığı, %51.2'sinin sağlık kontrolünün hiç yapılmadığı belirlenmiştir. Katılımcıların %29.5'inin sigara, %9.6'sının alkol, %11.1'inin esrar, %2.4'ünün eroin kullandığı tespit edilmiştir.

Tablo 2: Yurt Sistemine ait değişkenlerin dağılımı

Değişkenler	Sayı	Yüzde
Yurt Yemeklerini Hijyenik Bulma Durumu		
Evet	58	17.5
Hayır	211	63.6
Kısmen	63	19.0
Yurt Yemeklerini Sağlıklı Bulma Durumu		
Evet	44	13.3
Hayır	232	69.9
Kısmen	56	16.9
Yurt Ortak Alanlar Hijyenik Bulma Durumu		
Evet	44	13.3
Hayır	239	72.0
Kısmen	49	14.8
Yurt Banyo-Tuvalet Hijyenik Bulma Durumu		
Evet	40	12.0
Hayır	223	67.2
Kısmen	69	20.8
Yurt Çalışanlarının İş Sağlığı ve Güvenliği Tedbirlerine Uyma Durumu		
Evet	77	23.2
Hayır	144	43.4
Kısmen	111	33.4
Yurt Yemekleri Dışında Fastfood ile Beslenme		
Evet	107	32.2
Hayır	127	38.3
Kısmen	98	29.5
Yurt Ortamlarında Sık Sık Hastalanma		
Evet	97	29.2
Hayır	132	39.8
Kısmen	103	31.0
Düzenli Spor Faaliyetlerine Katılma Durumu		
Evet	59	17.8
Hayır	187	56.3
Kısmen	86	25.9

Yurt Arkadaşları ile Sağlıklı İlişkiler Kurma

Evet	115	34.6
Hayır	120	36.1
Kısmen	97	29.2

Yurtta Uykuyu Yeterince Alma

Evet	97	29.2
Hayır	146	44.0
Kısmen	89	26.8

Tablo 2 de katılımcıların yurtta kaldıkları yer ile ilgili %63.6'sının yurt yemeklerini hijyenik bulmadığı, %69.9'unun yurt ortamını sağlıklı bulmadığı, %72.0'nın yurt alanlarını hijyenik bulmadığını, %67.2'nin yurt banyo, tuvalet temizliğini yeterli bulmadığını, %48.5'nin yurt sorunlarını idareyle paylaşmadığını, %57.2'nin yurt odalarını yeterli bulmadığını, %43.4'nün yurtta kendini güvende hissetmediğini, %43.4'nün yurt çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini uyma durumunun olmadığını belirtmiştir. %38.3' ünün yurt yemekleri dışında fastfood ile beslenmediği belirtilmiştir. % 39.8 'inin yurt ortamlarında sık sık hastalanmadığı belirtilmiştir. %56.3 ünde düzenli spor faaliyetlerine katılmadıklarını belirtmiştir. %36.1 inde yurt arkadaşları ile sağlıklı ilişkiler kurmadığını belirtmiştir. %34.0'nın yurt arkadaşları ile endişelerini paylaşmadıklarını belirtmiştir. %37.3'ünde yurt ortamında yaşanan olumsuzluklardan dolayı stresli hissetmediklerini belirtilmiştir. %44.0'ında yurtta uykunun yeterince alınmadığı belirtilmiştir. %42.2'sinde yurt personelinin öğrencilere karşı olumlu tutumunun olmadığı belirtilmiştir.

Tablo 3: Katılımcıların Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları ile Alt Boyutlarından Aldıkları Toplam Puan Ortalamaları

Alt Boyutlar	Min.	Max.	X±Ss
Sağlık Sorumluluk	10	33	20.67±4.06
Fiziksel Aktivite	8	29	18.09±4.19
Beslenme	9	31	20.50±4.00
Manevi Gelişim	10	33	22.00±3.90
Kişilerarası İlişkiler	11	33	21.75±3.92
Stres Yönetimi	9	31	18.86±3.86
Toplam_SYBDÖ	61	177	119.71±17.46

Tablo 3'e göre katılımcıların Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ölçeğinden aldıkları toplam puan ortalamaları 119.71±17.46, Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ölçeği Alt Boyutlarından aldıkları toplam puan ortalamaları sırasıyla; sağlık sorumluluk 20.67±4.06, Fiziksel Aktivite 18.09±4.19, Beslenme 20.50±4.00, Manevi Gelişim 22.00±3.90, Kişilerarası İlişkiler 21.75±3.92, Stres Yönetimi 18.86±3.86 olarak bulundu.

Değişkenler	Sağlık Sorumluluk	Fiziksel Aktivite	Beslenme	Manevi Gelişim	Kişilerarası İlişkiler	Stres Yönetimi	Toplam SYBDÖ
Cinsiyet							
Erkek	20.71±3.97	18.82±4.00	20.80±3.96	22.27±3.94	22.09±3.85	19.19±3.71	121.71±16.97
Kadın	20.65±4.10	17.75±4.24	20.37±4.01	21.87±3.88	21.60±3.95	18.71±3.93	118.78±17.64
	T=0.121	T=2.232	T=0.905	T=0.872	T=1.071	T=1.058	T=1.442
	P=0.90	P=0.02	P=0.36	P=0.38	P=0.28	P=0.29	P=0.15
Sigara Kullanma Durumu							
Evet	20.66±4.10	17.74±4.20	20.36±3.98	21.93±4.04	21.55±4.04	18.67±3.92	118.71±17.75
Hayır	20.69±3.97	18.91±4.06	20.85±4.02	22.16±3.54	22.23±3.61	19.31±3.69	122.09±16.60
	T= -0.056	T= -2.368	T= -1.022	T= -0.520	T= -1.498	T= -1.405	T= -1.654
	P= 0.95	P= 0.01	P= 0.30	P= 0.60	P= 0.13	P= 0.16	P= 0.10
Alkol Kullanma Durumu							
Evet	20.67±6.15	17.93±4.26	20.49±4.06	21.96±3.94	21.67±3.95	18.79±3.97	119.35±17.88
Hayır	20.71±3.06	19.56±3.08	20.68±3.42	22.31±3.54	22.56±3.60	19.56±2.62	123.09±12.57
	T=-0.082	T=-2.713	T=-0.304	T=-0.519	T=-1.312	T=-1.485	T=-1.526
	P=0.93	P=0.00	P=0.76	P=0.60	P=0.19	P=0.14	P=0.13
Yurt Ortak Alan Hijyenik Bulma Durumu							
Evet	20.97±3.35	18.40±3.91	20.81±3.55	21.97±3.63	20.40±3.73	19.56±3.38	119.86±14.10
Hayır	20.71±4.18	18.06±4.27	20.35±4.12	22.01±4.02	21.90±4.05	18.69±3.95	119.55±1848
Kısmen	20.22±4.03	17.93±4.09	21.00±3.79	21.93±3.61	22.24±3.23	19.06±3.81	120±15.15
	F=0.432	F=0.162	F=0.684	F=0.009	F=3.187	F=1.011	F=0.043
	P=0.65	P=0.85	P=0.50	P=0.99	P=0.04	P=0.36	P=0.95
Yurt Yemekleri Dışında Fastfood ile Beslenme							
Evet	20.48±3.96	17.71±4.03	19.88±3.97	21.65±4.16	21.52±3.79	18.67±3.96	117.85±17.66
Hayır	21.15±3.85	18.75±3.93	21.18±3.93	22.13±3.73	21.86±3.92	19.11±3.74	121.88±16.63
Ara sıra	20.25±4.39	17.65±4.59	20.30±4.02	22.20±3.83	21.87±4.10	18.76±3.93	118.91±18.15
	F=1.542	F=2.596	F=3.294	F=0.627	F=0.283	F=0.418	F=1.697
	P=0.21	P=0.07	P=0.03	P=0.53	P=0.75	P=0.65	P=0.18
Düzenli Spor Faaliyetlerine Katılma Durumu							
Evet	20.32±3.54	17.91±4.15	20.35±3.33	21.81±4.32	21.62±3.26	18.66±3.22	118.50±16.05
Hayır	20.25±4.20	17.83±4.37	20.28±4.08	21.87±3.75	21.65±4.12	18.45±4.08	118.23±18.27
Ara sıra	21.83±3.89	18.77±3.76	21.09±4.22	22.39±3.93	22.06±3.91	19.90±3.61	123.75±16.08
	F=4.876	F=1.565	F=1.244	F=0.600	F=0.363	F=4.343	F=3.154
	P=0.00	P=0.21	P=0.28	P=0.54	P=0.69	P=0.01	P=0.04
Yurt Arkadaşları ile Sağlıklı İlişkiler Kurma							
Evet	20.00±4.26	17.37±4.70	20.17±4.38	21.95±4.19	21.87±4.07	18.89±4.06	118.19±19.16
Hayır	20.60±3.65	18.16±3.76	20.52±3.67	21.77±3.97	21.59±3.68	18.58±3.64	118.98±15.63
Kısmen	21.54±4.16	18.85±3.94	20.88±3.91	22.32±3.44	21.82±4.06	19.18±3.90	122.42±17.36
	F=3.864	F=3.360	F=0.835	F=0.552	F=0.175	F=0.654	F=1.716
	P=0.02	P=0.02	P=0.43	P=0.57	P=0.84	0.52	P=0.18

Tablo 4: Katılımcıların bazı sosyodemografik ve yurt değişkenlerinin Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları ve Alt Boyutlarına Ait Toplam puanlarının karşılaştırması

F:One Way Anova (Post Hoc Tukey); t: independent sample test; p=0.05

Tablo 4'de Katılımcıların bazı sosyodemografik değişkenlerinin Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ölçeği ve Alt Boyutlarına ait toplam puanlarının karşılaştırması incelendiğinde; SYBDÖ Sağlık Sorumluluk Alt Boyutu ile düzenli spor faaliyetlerine katılma, yurt arkadaşları ile sağlıklı ilişkiler kurma durumu arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur ($p<0.05$). Yapılan ileri analizde (Tukey Testi); düzenli spor faaliyetlerine kısmen katılanların, yurt arkadaşları ile sağlıklı ilişkiler kısmen kuranların puan ortalamaları daha yüksektir. Katılımcıların SYBDÖ Fiziksel Aktivite alt boyutu ile cinsiyet, sigara ve alkol kullanma durumu arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur ($p<0.05$). Yapılan ileri analizinde (Tukey Testi); erkeklerin, sigara ve alkol kullanamayanların puan ortalamaları daha yüksektir. Katılımcıların SYBDÖ Beslenme alt boyutu yurt yemekleri dışında fastfood ile beslenme durumu arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur ($p<0.05$). Yapılan ileri analizinde (Tukey Testi); yurt yemekleri dışında fastfood ile beslenmeyenlerin puan ortalamaları daha yüksektir. Katılımcıların SYBDÖ Kişilerarası İlişkiler alt boyutu ile yurt ortak alanlarını hijyenik bulma durumu arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur ($p<0.05$). Yapılan ileri analizinde (Tukey Testi); yurt ortak alanlarını kısmen hijyenik bulanların puanları daha yüksektir. Katılımcıların SYBDÖ Stres Yönetimi alt boyutu ile düzenli spor faaliyetlerine katılma durumu arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur ($p<0.05$). Yapılan ileri analizinde (Tukey Testi); düzenli spor faaliyetlerine kısmen katılanların puan ortalamaları daha yüksektir. Katılımcıların SYBDÖ toplam puanları ile düzenli spor düzenli spor faaliyetlerine katılma durumu arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur ($p<0.05$). Yapılan ileri analizinde (Tukey Testi); düzenli spor faaliyetlerine kısmen katılanların puan ortalamaları daha yüksektir.

TARTIŞMA

Üniversite dönemi insanın hayatındaki önemli aşamalardan biridir. Kişilik gelişimi, bazı kişisel ve sosyal sorumlulukların kazanılması, sağlıklı davranışlar geliştirilebilmesi açısından önemli bir dönemdir. Bu dönemde kazanılan sağlık davranışları sadece bireyi değil aynı zamanda ailesini, çevresini ve toplumu da etkilemektedir. Ayrıca sağlığı geliştirici davranışlar kazanması bireyin sadece şimdiki yaşamını değil, gelecek yaşamında etkileyeceğinden kritik bir süreçtir.

Çalışmamızda sağlıklı yaşam biçimi toplam puan ortalaması 119.71 ± 17.46 'dır. Özbaşaran ve ark (2006) yurttan kalan öğrencilerle yaptığı çalışmada Sağlık Yaşam Biçimi Davranışları puan ortalaması (120.17 ± 15.83) orta düzeyde olduğu saptanmıştır. Konuyla ilgili benzer çalışmalarda Kuşdemir (2015) SYBDÖ puanını 131.65 ± 25.58 , Ertop ve ark. (2012) SYBDÖ puanını 116.89 ± 18.96 , Şen ve ark. (2017) SYBDÖ puanını 118.01 ± 21.0 , Sert (2019) SYBDÖ puanını 123.2 ± 20.6 , Özcan ve Bozhüyük (2016) SYBDÖ puanını 124.30 ± 17.92 , Gülay ve Güner (2018) SYBDÖ puanını 120.25 ± 24.0 orta düzeyde olduğu saptanmıştır (Ertop et al., 2012; Güler & Güner, 2017; Kuşdemir, 2015; Özcan & Bozhüyük, 2016; Sert, 2019; Şen, Ceylan, Kurt, Palancı, & Adın, 2017). Araştırmalara bakıldığında üniversite öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışları orta seviyede olduğu görülmektedir.

SYBDÖ II alt ölçek puanları değerlendirildiğinde, en yüksek puan manevi gelişim ve kişilerarası ilişkilerden alınmış (sırasıyla 22.00 ± 3.90 ve 21.75 ± 3.92), en düşük puan ise fiziksel aktivite alt ölçeğinden (18.09 ± 4.19) alınmıştır. Çalışmalara bakıldığında manevi gelişim

(Cürcani, Tan, & Küçükoğlu, 2011; Ertop et al., 2012; Özenoğlu, Yalnız, & Uzdil, 2018) kişiler arası ilişkiler (Cürcani et al., 2011; Kaçan & Örsal, 2019; Özcan & Bozhüyük, 2016) ve sağlık sorumluluğu (Cürcani et al., 2011; Özcan & Bozhüyük, 2016) ile ilgili davranışları daha fazla geliştiği, buna karşın fiziksel aktivite (Cihangiroğlu & Deveci, 2011; Gömleksiz, Yakar, & Pirinçci, 2020; Şen et al., 2017) daha düşük olduğu görülmüştür. Araştırmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışmada SYBDÖ alt boyut puanları göre incelendiğinde erkek öğrencilerin fiziksel aktivite alt boyutunda toplam puan ortalamaları kadın öğrencilerden daha yüksek bulunmuştur. Çalışmaya benzer şekilde yapılan çalışmalarda erkeklerin fiziksel aktivite alt boyutunsa sağlık yaşam biçimi davranışları daha yüksek olduğu görülmüştür (Adana, Güleğün, Yıldırım, & Yeşilfidan, 2019; Bilgin, Bedriye, Cerit, Ertem, & Tunç, 2019; Gömleksiz et al., 2020). Erkek öğrencilerin çeşitli spor etkinliklerine istekli olmaları ve spor merkezlerinden daha çok faydalandıklarını göstermektedir.

Çalışmada sigara ve alkol kullanmayanların kullananlara göre SYBD ölçeği fiziksel aktivite puan ortalamaları daha yüksektir. Cihangiroğlu ve Deveci (2011) sağlık yüksekokulu öğrencileriyle yaptığı çalışmada sigara içmeyenlerin beslenme alışkanlıkları alt boyutunda ve SYBD ölçeği toplam puan ortalamaları daha yüksek olduğu görülmüştür (Cihangiroğlu & Deveci, 2011). Meslek yüksekokulu öğrencileriyle yapılan başka çalışmada sigara kullanan öğrencilerin beslenme puan ortalamaları sigara kullanmayanlara göre anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (Vural & Bakır, 2015). Çalışmada öğrencilerin %29.5'inin sigara, %9.6'sının alkol kullandığı ve buna yönelik olumlu sağlık davranışlarının kazandırılması için farkındalıklarının artırılması önemlidir. Üniversite öğrencilerinde geliştirilmesi gereken en önemli sağlıklı yaşam biçimi davranışları arasında sigara ve alkol kullanmamak veya bırakmalarını sağlamaktır.

Çalışmada yurt ortamını kısmen hijyenik bulanların SYBD ölçeği “Kişilerarası İlişkiler” alt boyut puanları daha yüksektir. Sağlıklı yaşam biçiminde sağlık davranışlarının sorumluluğunu alma buna yönelik hijyenik önlemler alma yönünde önemlidir (Derya, Sonakın, & Yürügen, 2014). Nutbeam’a göre yaşam biçiminde bağımlılık yapıcı maddelerden uzak durma, aşırı yememe, fiziksel aktivite yapma ve kişisel hijyenine dikkat etme sağlığı etkileyen davranış biçimlerini içerdiğini ifade etmiştir (Değerli & Yiğit, 2020). Yurt ortamında kalan öğrencilerin bireyler sorumlulukları gereği ortak alan kullanımındaki yerleri temiz tutmaları kendi içlerinde oda düzeni ve temizliği için görev paylaşımı yapmaları sağlıklı yaşam biçimi davranışlarını içerisinde kişilerarası ilişkileri geliştirdiği düşünülebilir.

Çalışmada yurt yemekleri dışında Fastfood ile beslenmeyenlerin SYBD ölçeği beslenme alt boyut puanları daha yüksektir. Ertop ve ark (2012) yaptığı çalışmada yeterli ve dengeli beslenen öğrencilerin SYBD ölçeği puanı, “Beslenme” alt boyutunda önemli oranda yüksek olduğu saptanmıştır. Başka çalışmalarda da benzer sonuçlar görülmüştür (Adana et al., 2019; Hawks, Madanat, Merrill, Goudy, & Miyagawa, 2002) Öğrencilerin sağlıklı ve dengeli beslenmeleri için desteklenmesi sağlık yaşam biçimi davranışları kazanması yönünde çok önemlidir.

Çalışmada spor faaliyetlerine düzenli katılanların katılmayanlara göre SYBD ölçeği toplam puan, “Sağlık Sorumluluk” ve “Stres Yönetimi” alt boyutlarının puan ortalaması daha

yüksektir. Sağlık Yönetimi bölümünü okuyan öğrenciler ile yapılan çalışmada SDBDÖ alt boyutlarından “Fiziksel Aktivite”, “Beslenme”, “Stres Yönetimi” ile katılımcıların spor yapma sıklığı arasında düzenli ve ara sıra spor yapanların ile hiçbir zaman spor yapmayanlar göre toplam puanları daha yüksek olduğu görülmüştür (Eroymak, Özkan, Yeşilaydın, & Yılmaz, 2018). Üniversite öğrencileriyle yapılan başka bir çalışmada düzenli spor yapan öğrencilerin SYBD ölçeği puan ortalaması spor yapmayan öğrencilere göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Ertop et al., 2012). Hawk ve ark. (2002)’yaptığı çalışmada haftada 4-5 kez egzersiz yapanların yapmayanlara kıyasla sağlıklı yaşam biçimi davranışları daha yüksek olduğu saptanmıştır (Hawks et al., 2002). Çalışmalarda olduğu gibi düzenli spor yapmanın sağlık üzerinde etkisi birçok çalışmada ortaya konmuştur.

Çalışmada yurt öğrencileriyle kısmen sağlıklı ilişkiler kuran öğrencilerin SYBD ölçeği sağlık sorumluluk ve fiziksel aktivite alt boyut puan ortalamaları daha yüksek bulunmuştur. İnsanlarla nedensel ilişkisinin ötesinde anlamlı ilişkiler kurabilmek için iletişim önemlidir. Başkalarıyla iletişim halinde olmak iç huzurumuzu sağlayarak yeni deneyimler sunma fırsatları yaratabilir. Yapılan bir çalışmada sorunlarını aileleriyle paylaşan öğrencilerin stresle baş etme puanları daha yüksek olduğu görülmüştür (Aksoy & Hülya, 2014). Öğrencilerin sağlıklı birbirleri arasında sağlıklı iletişim halinde olmaları sağlık sorumluluk ve fiziksel aktivitelerini olumlu etkilemiştir.

Sonuç ve Öneriler

Araştırmaya katılan öğrencilerin SYBDÖ II toplam puan ortalaması 119.71 ± 17.46 belirlenmiştir. Öğrencilerden erkek olanların, sigara ve alkol kullanmayanların, yurt ortamını kısmen hijyenik bulanların, dışardan fastfood beslenmeyenlerin, düzenli spor faaliyetlerine kısmen katılanların, yurt arkadaşlarıyla kısmen sağlıklı ilişkiler kuranların sağlıkla yaşam biçimi davranış toplam puanları daha yüksek bulunmuştur. Kredi Yurtlar Kurumuna bağlı yurtlarda kalan öğrencilere beslenme eğitimi, çeşitli sosyal etkinliklerin düzenlenmesi, spor aktivitelerinin geliştirilmesi ve bağımlılık ve bağımlılıkla mücadele noktasında öğrencilerin farkındalıklarını arttıracak eğitim ve seminerlerin yapılması önerilmektedir. Ayrıca yurt çalışanlarına hijyen konularında hizmet içi eğitimler tekrarlanabilir. Öğrencilerin ders müfredatlarına sağlığın geliştirilmesi ve sağlıklı yaşam biçimi davranışları derslerinin eklenmesi önerilebilir.

Teşekkür

Araştırma katılan üniversite öğrencilerine teşekkür ederim.

Çıkar Çatışması Beyanı: Herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Finansal Destek: Bu çalışma herhangi bir fon tarafından desteklenmemiştir.

Kaynaklar

Adana, F., Güleğün, T., Yıldırım, B., & Yeşilfidan, D. (2019). Üniversite Öğrencilerinin Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları ve İlişkili Faktörler. *Medical Sciences*, 14(1), 11-21.

- Aksoy, T., & Hülya, U. (2014). Hemşirelik öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışları. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 1(2), 53-67.
- Almutairi, K. M., Alonazi, W. B., Vinluan, J. M., Almigbal, T. H., Batais, M. A., Alodhayani, A. A., . . . Alhoqail, R. I. (2018). Health promoting lifestyle of university students in Saudi Arabia: a cross-sectional assessment. *BMC Public Health*, 18(1), 1093. doi:10.1186/s12889-018-5999-z
- Bilgin, N. Ç., Bedriye, A., Cerit, B., Ertem, M., & Tunç, G. Ç. (2019). Üniversite öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının belirlenmesi. *Sağlık Akademisi Kastamonu*, 4(3), 188-210.
- Cihangiroğlu, Z., & Deveci, S. E. (2011). Fırat Üniversitesi Elazığ Sağlık Yüksekokulu öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışları ve etkileyen faktörler. *Fırat Tıp Dergisi*, 16(2), 78-83.
- Cürçani, M., Tan, M., & Küçükoğlu, S. (2011). Hemşirelik bölümü öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışları ve etkileyen faktörler. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 14(1).
- Çapuk, H., & Aylaz, R. (2022). Frequency of University Students' Use of Addictive Substances and Attitudes Toward Addictive Substances. *Addicta: The Turkish Journal on Addictions*, 9(3).
- Değerli, H., & Yiğit, A. (2020). Sağlığın korunması ve geliştirilmesinde bireylerin sağlıklı yaşam biçimi davranış düzeyinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 11(27), 573-586.
- Derya, B. K., Sonakın, E. U. C., & Yürügen, B. (2014). Sağlık ve yaşam dersinin üniversite öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışlarına etkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(1), 599-609.
- Eroymak, S., Özkan, O., Yeşilaydın, G., & Yılmaz, M. E. (2018). Sağlık Yönetimi Bölümü Öğrencilerinin Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışlarının Değerlendirilmesi. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(3), 2382-2402.
- Ertop, N. G., Yılmaz, A., & Erdem, Y. (2012). Üniversite öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimleri. *Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 14(2), 1-7.
- Gömlüksiz, M., Yakar, B., & Pirinççi, E. (2020). Tıp fakültesi öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışları ve ilişkili faktörler. *Dicle Tıp Dergisi*, 47(2), 347-358.
- Güler, Z. S., & Güner, İ. (2017). Van sağlık yüksekokulu öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimlerinin ve etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Van Tıp Dergisi*, 25(4), 445-451.
- Hawks, S., Madanat, H., Merrill, R., Goudy, M., & Miyagawa, T. (2002). A cross-cultural comparison of health promoting behaviors among college students. *The Journal of Health Education*, 5, 84-92.
- Kaçan, C. Y., & Örsal, Ö. (2019). Hemşirelik öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışları düzeyinin değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 19-24.
- Kuşdemir, C. D. (2015). *Üniversite öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının incelenmesi*. (Yüksek Lisans), İstanbul Medipol Üniversitesi, İstanbul.

- Licata, F., Maruca, R., Citrino, E. A., & Bianco, A. (2023). Building a healthy lifestyle: the role of emotional intelligence among Italian university students. *Sci Rep*, 13(1), 17682. doi:10.1038/s41598-023-44141-3
- Oktaç, B., Gölçe, A., & Özer, A. (2021). Malatya battalgazi yurdunda kalan kız öğrencilerin ortoreksiya nervoza düzeyleri ile sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının ilişkisinin incelenmesi. *ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi*, 6(3), 253-263.
- Ong, C. K. Y., Hutchesson, M. J., Patterson, A. J., & Whatnall, M. C. (2021). Is There an Association between Health Risk Behaviours and Academic Achievement among University Students? *Int J Environ Res Public Health*, 18(16). doi:10.3390/ijerph18168314
- Özbaşaran, F., Çoban, A., Bora, Y., Kaymaz, A., Solar, M., & Kuş, K. (2006). Yurtta Kalan ve Eğitimi Sağlıkla İlgili Olmayan Kız Öğrencilerin Sağlık Davranışlarının Değerlendirilmesi. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, 10(10).
- Özcan, S., & Bozhüyük, A. (2016). Çukurova Üniversitesi sağlık bilimleri öğrencilerinin sağlıklı yaşam davranışları. *Cukurova Medical Journal*, 41(4), 664-674.
- Özenoğlu, A., Yalnız, T., & Uzdil, Z. (2018). Sağlık eğitiminin beslenme alışkanlıkları ve sağlıklı yaşam biçimi davranışları üzerine etkisi. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*(3), 234-242.
- Sert, A. (2019). Tıp fakültesi ve meslek yüksekokulu öğrencilerinde sağlıklı yaşam biçimi davranışları ve etkileyen faktörler. *Turkish Journal of Public Health*, 17(2), 132-142.
- Shafieyan, Z., Qorbani, M., Rastegari Mehr, B., Mahboubi, M., Rezapour, A., Safari, O., . . . Mansourian, M. (2015). Association Between Lifestyle and Hypertension in Patients Referred to Health Care Centers of Ilam City in 2014. *Glob J Health Sci*, 8(6), 161-167. doi:10.5539/gjhs.v8n6p161
- Shudayfat, T., Hani, S. B., Shdaifat, E., Al-Mugheed, K., Alsenany, S. A., & Farghaly Abdelaliem, S. M. (2023). Electronic health literacy and its association with lifestyle behavior among undergraduate students: A cross-sectional survey. *Digit Health*, 9, 20552076231185429. doi:10.1177/20552076231185429
- Şen, M. A., Ceylan, A., Kurt, M. E., Palancı, Y., & Adın, C. (2017). Sağlık hizmetleri meslek yüksekokulu öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışları ve etkileyen faktörler. *Dicle Tıp Dergisi*, 44(1), 1-12.
- Vural, P. I., & Bakır, N. (2015). Meslek yüksekokulu öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışları ve etkileyen faktörler. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*(1), 36-42.
- Walker, S. N., & Hill-Polerecky, D. (1996). Psychometric evaluation of the health-promoting lifestyle profile II. *Unpublished manuscript, University of Nebraska Medical Center*, 13, 120-126.
- Walker, S. N., Volkan, K., Sechrist, K. R., & Pender, N. J. (1988). Health-promoting life styles of older adults: Comparisons with young and middle-aged adults, correlates and patterns. *Advances in Nursing Science*, 11(1), 76-90.
- Whatnall, M. C., Patterson, A. J., Chiu, S., Oldmeadow, C., & Hutchesson, M. J. (2020). Determinants of eating behaviours in Australian university students: A cross-sectional analysis. *Nutr Diet*, 77(3), 331-343. doi:10.1111/1747-0080.12584

HEMŞİRELİK ALANINDA BİLİŞİM UYGULAMALARI

Öğr. Gör. Dr. Ahmet TAŞ

Gümüşhane Üniversitesi, ahmettas@gumushane.edu.tr - 0000-0002-1444-6068

Öğr. Gör. İlknur PALAZ

Gümüşhane Üniversitesi, ilknurpalaz@gumushane.edu.tr - 0000-0002-5381-8135

ÖZET

Günümüzde teknolojinin hızla gelişmesi, sağlık sektöründe de önemli değişikliklere neden olmaktadır. Hemşirelik, hasta bakımı ve sağlık hizmetlerinin kalitesini artırmak için bilişim uygulamalarını etkin bir şekilde kullanmaktadır. Bu uygulamalar, hasta takibi, kayıt tutma, iletişim ve eğitim gibi alanlarda önemli avantajlar sunmaktadır. Hemşirelikteki bilişim uygulamalarının başında elektronik sağlık kayıtları gelmektedir. ESK, hastaların tıbbi geçmişlerini dijital ortamda saklamak ve paylaşmak için kullanılan bir sistemdir. Bu sayede hemşireler, hastaların tedavi süreçlerini daha etkili bir şekilde takip edebilir, doğru ve güncel bilgilere anında erişebilirler. Bilişim uygulamalarının bir diğer önemli alanı ise telehemşireliktir. Telehemşirelik, uzaktan iletişim teknolojilerini kullanarak hastaların sağlık durumlarını değerlendirmek ve takip etmek için kullanılır. Hemşireler, video görüşmeler, sesli aramalar veya yazılı iletişim araçları üzerinden hastalarla etkileşimde bulunabilir. Bu sayede, uzak bölgelerdeki hastalara daha etkin bir şekilde hizmet verilebilir ve acil durumlarda hızlı müdahale sağlanabilir. Sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) gibi teknolojiler, hemşirelerin gerçek hayattaki durumları simüle etmelerine ve bu ortamlarda pratik yapmalarına olanak tanır. Bu sayede, acil durumlara hazırlıklı olmaları ve yeni tedavi yöntemlerini öğrenmeleri kolaylaşır. Hemşirelik uygulamalarında veri analitiği ve yapay zeka, hastaların tedavi süreçlerini optimize etmek için kullanılır. Büyük veri analizi, hastalık paternlerini belirlemede ve tedavi sonuçlarını değerlendirmede yardımcı olabilir. Ayrıca, yapay zeka destekli karar verme sistemleri, hemşirelere hızlı ve doğru kararlar almalarında yardımcı olabilir. Sonuç olarak, hemşirelik alanındaki bilişim uygulamaları, sağlık hizmetlerinde verimliliği artırarak hastaların daha iyi bir bakım almasına olanak tanımaktadır. Bu teknolojik gelişmeler, hemşirelerin işlerini daha etkili bir şekilde yönetmelerine ve sağlık sektöründe dijital dönüşümü hızlandırmalarına yardımcı olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bilişim, Hemşirelik, Teknoloji, Sağlık

GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin yaygın kullanımı, yaşamın her alanında kaçınılmaz bir gerçek haline gelmiştir. Bireyler için teknolojiden faydalanmak artık bir lüks değil, aksine bir zorunluluk haline gelmiştir (Sevil ve Bozkurt, 2018). Geçmişte kağıt üzerinde saklanan verilerin modern dönemde bilgisayar ortamında muhafaza edilmesinden, bazı hastalıkların bilgisayar ve iletişim teknolojileri kullanılarak uzaktan takibine kadar bir dizi etkili uygulama bulunmaktadır. Bu uygulamalar, hastaların yaşam kalitesini artırmaktadır (Uysal ve Semiz, 2022).

Bilişim terimi, bilgi teknolojileri ve iletişim teknolojileri kavramlarının birleşiminden türetilmiştir (iienstitu.com). Türk Dil Kurumu'na göre, bilişim, insanın teknik, ekonomik ve toplumsal iletişiminde kullandığı ve bilimin dayanağı olan bilginin özellikle elektronik makineler aracılığıyla düzenli ve akılcı bir biçimde işlenmesi bilimi, enformatik olarak tanımlanmıştır (sozluk.gov.tr). Sağlık bilişimi ise, tıp alanındaki ilerlemelerin ürettiği bilgi ve verilerin oluşturulması, biçimlendirilmesi, paylaşılması ve nihayetinde hastaların bakım ve tedavilerinin belirlenmesi, seçilmesi ve geliştirilmesi süreçlerini içeren bir kavramdır (Özel ve ark., 2014). Bu sistemler, sağlıklı ya da hasta bireyin sağlık sorunlarının tanılanmasında, bakım ve tedavi planlarının oluşturulmasında, uygulanmasında ve değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Bilgiç ve Şendir, 2014).

Türkiye'de, dünya genelinde olduğu gibi yaşlı nüfusun artması, yaşam süresinin uzaması, kronik hastalıkların artışı, eşit sağlık hizmetlerine erişim, maliyet azaltımı ve deneyimli sağlık personelinin etkili bir şekilde kullanılması gibi zorlukları aşmak adına sağlıkta teknoloji ve bilişimin önemli bir çözüm sunabileceği düşünülmektedir (While ve Dewsbury, 2011). Bu çerçevede, tele-tıp, tele-hemşirelik, akıllı kart, e-reçete, elektronik sağlık kayıtları, sanal gerçeklik, klinik karar destek sistemleri, tele-sağlık, tele-ameliyat, tele-triyaj gibi yeni kavramlar da gelişmiştir (Keskin ve Özhelevacı, 2022). Bu teknolojik uygulamalar, sağlık hizmetlerini daha erişilebilir kılarak, hastalara daha etkili ve kişiselleştirilmiş bakım sunma potansiyeline sahiptir. Örneğin; sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik uygulamaları; ağrı yönetimi, tedavi yönetimi, psikoterapi ve eğitim amaçları için yoğun hastalara birden fayda sağlayabilir. Yoğun bakım hastalarının vital işaretlerini izlemek için kullanılan taşınabilir biyosensörler ve cihazlar, hasta takibi ve tedaviye hızlı erişimi kolaylaştırabilir (Khurram ve ark., 2021).

Hemşirelik Bilişimi

Hemşirelik bilişimi, hemşirelik mesleğinin klinik uygulama alanlarında veriyi ve bilgiyi etkin bir şekilde yönetmek, depolamak ve kullanmak amacıyla hemşirelik bilimi ile bilgisayar bilimi alanlarının kesişiminden ortaya çıkan multidisipliner bir bilim dalıdır (Daniel ve Oyetunde, 2013). Graves (1989) tarafından yapılan tanıma göre, hemşirelik bilişimi, bakımın planlanmasından değerlendirilmesine kadar olan süreçlerde bilgisayar biliminin, bilgi biliminin ve hemşirelik biliminin entegre bir şekilde kullanılmasını içerir. Hemşirelik bilişimi, bilişim hemşiresi kavramını da beraberinde getirmiştir. Bilişim hemşiresi, yüksek düzeyde analitik ve

eleştirel düşünme becerilerine sahip, hasta bakımında otomasyona geçirilecek dokümanları anlayabilen, hemşirelik sürecini başarıyla uygulayabilen, bilgi sistemleri ve teknolojilere hakimiyeti olan, aynı zamanda üst düzey proje yönetim yeteneklerine sahip bir hemşiredir (HIMSS, 2012). Amerikan Hemşireler Birliği (ANA), hemşirelik bilişimini 1994 yılında şu şekilde tanımlamıştır: "Veri yönetimi aracılığıyla hasta bakımını veya hemşirelik uygulamalarını destekleyen araçların, uygulamaların, aşamaların ve planların değerlendirilmesine ve geliştirilmesine yardımcı olur" (ANA, 1994).

Hemşirelik bilişiminin temel amacı, enformasyon yönetimini ve iletişimini en üst düzeye çıkararak bireylerin, ailelerin ve toplumun sağlık durumunu geliştirmektir (Seçginli ve ark., 2014).

Görsel 1. Hemşirelik Bilişiminin Temel Bileşenleri



Bir bilişim hemşiresinde aranan nitelikler şunlardır:

- Yüksek düzeyde analitik ve eleştirel düşünme yeteneklerine sahip olmalıdır.
- Hasta bakımında otomasyona aktarılacak dokümanları anlama kapasitesine sahip olmalıdır.
- Hemşirelik sürecini uygulama konusunda deneyim sahibi olmalıdır.
- Bilgi sistemleri ve teknolojilere yönelik eğitim almış ve bu alanda deneyime sahip olmalıdır.
- Üst düzey proje yönetimi becerilerine sahip olmalıdır (Ak, 2009).

Tıp bilişimi alanındaki ilerlemelerle paralel olarak, hemşirelik bilişimi, özgün hemşirelik bilgisi ve uygulamalarının entegrasyonu ile ortaya çıkmıştır. Bu uygulamalardan bazıları arasında hemşire dokümantasyon sistemleri, hemşire karar destek sistemleri, çağrı ve uyarı sistemleri, hasta bakım uygulamaları, hasta takibi ve gözlem sistemleri bulunmaktadır (Al-Saadi ve Masud, 2020).

Hemşirelik bilişimi alanında dünya genelinde otuz yılı aşkın bir süredir devam eden çalışmalar, özellikle hemşire bilişimcilerine yönelik "bilişim" ve "sağlık bilgi teknolojileri" alanındaki gelişmelerin paylaşıldığı bir network ortamını beraberinde getirmiştir. Uluslararası Tıp Bilişimi Derneği - Hemşirelik Bilişimi Çalışma Grubu, 1983 yılında hemşirelik bilişimini geliştirmek amacıyla kurulmuş uluslararası bir yapıdır (imia.org). Bu kuruluşun temel hedefleri arasında şunlar bulunmaktadır: Hemşirelik bilişimine ilgi duyan hemşireler ve diğer paydaşlar arasında işbirliğini güçlendirmek, hemşirelik bilişiminin kapsamını tanımlamak, hemşirelik bakımının verilmesi, yönetimi, araştırması ve eğitimi ile ilgili bilgi işleme aktivitelerinde hemşirelik bilişiminin uygulanışını incelemek; üye ülkelerde hemşirelik bilişiminin gelişimini desteklemek ve alandaki gelişmeler konusunda iletişimi kolaylaştırmak; araştırmaları yayınlamak, materyal geliştirmek; hemşirelik bilişimi ile ilgili kurslar, rehberler ve öneriler oluşturmak amaçlarına yönelik bir çerçeve sunmaktadır.

Yurtdışında lisans ve lisansüstü eğitim almış hemşireler için Amerika'da iki sertifika programı bulunmaktadır. Amerikan Hemşire Kredilendirme Merkezi tarafından yürütülen bir program ile Sağlık Bilgi ve Yönetim Sistemleri Topluluğu (HIMSS-Healthcare Information and Management Systems Society) tarafından düzenlenen bir sertifika sınavı mevcuttur. Bu sınavı başarıyla tamamlayan adaylar, sağlık hizmetleri bilgi ve yönetim sistemlerinde sertifikalı profesyonel olma hakkını elde etmektedir (Olgun, 2019).

Türkiye'de, hemşirelik bilişimi eğitimi 1990 yılından sonra önemli gelişmeler kaydetmiştir. Gelişmiş ülkelerde hemşirelik bilişimi eğitimi lisans, yüksek lisans, doktora ve sertifika programları düzeyindedir. Ülkemizde ise bu alana özgü yüksek lisans ve doktora programları bulunmamaktadır. Ancak bilişim ile ilgili dersler, bazı hemşirelik lisans, yüksek lisans ve doktora programlarının içerisinde yer almaktadır. Uluslararası etkileşimlerin hemşirelik bilişimine olan olumlu ve hızlandırıcı etkisi, alanında uzman hemşire eğitmen sayısının artması, tıp bilişimi kuruluşlarının lisansüstü programlarına destek vermesi, hemşirelik bilişimi eğitiminin gelişmesine önemli katkılarda bulunacaktır (Işık Andsoy, 2016).

Tele Hemşirelik

Tele sağlık sistemi içinde, hemşirelik bilişimi, hemşirelik uygulamalarında bilişim teknolojisinin kullanılması sonucu ortaya çıkan önemli bir alanı temsil etmektedir. Bu alandaki çalışma ve uygulamalar son zamanlarda artmış, hemşirelerin eleştirel düşünme, bilgi üretme, iletişim ve yenilikleri kullanma gibi rollerini vurgulamaktadır (Vermişli Peker ve ark., 2018). Tele-hemşirelik, hemşirelik bakımının sunumu, yönetimi ve koordinasyonu için telefon, faks, elektronik posta, internet, video izleme, interaktif video gibi telekomünikasyon araçlarının kullanıldığı bir telesağlık hizmeti biçimi olarak kabul edilmektedir. Hemşirelik kuruluşları, teknolojiyi hemşirelik uygulamalarının temel bir unsur olarak görmekte ve teknolojiyi etkili bir şekilde kullanabilme becerisi ve bilgisini, hemşirelikte aranan önemli bir nitelik olarak tanımlamaktadır (Keskin ve Özhelvacı, 2022).

Bilişim Teknolojilerinin Hemşirelik Eğitiminde Kullanılması

Bilgisayar teknolojilerinin hemşirelik eğitiminde kullanılması, hemşirelerin ve öğrenci hemşirelerin daha etkili ve verimli bir şekilde öğrenmelerine, hastalarına daha iyi bakmalarına ve sağlık hizmetlerini geliştirmelerine katkı sağlamaktadır (McGonigle ve Mastrian, 2021).

Bilgisayarlar, hemşirelik eğitiminde farklı özelliklere sahip öğrencilere bireysel ihtiyaçları dikkate alarak bireyselleştirilmiş bilgisayar destekli eğitim ortamları sunabilir. Ayrıca, klinik deneyimlere benzer kontrollü klinik simülasyon ortamları sağlamak, etkili ve kaliteli ders materyalleri geliştirmek, ders içeriklerini elektronik sunum programları ile daha canlı ve ilgi çekici bir şekilde sunmak, hastaların bakım ve uygulamalarını kaydetmek amacıyla kullanılabilmektedir (Şenyuva, 2019).

İnternet, farklı bölgelerde yaşayan ve ortak ilgi alanlarına sahip hemşirelik öğrenci ve eğitimcileri arasında iletişim kurmak, bilgileri paylaşmak, fikirleri tartışmak, mesleğe ilişkin son gelişmeleri izlemek, ödev-seminer sunumları hazırlamak, video izlemek, ders materyallerine ulaşmak gibi birçok amaçla kullanılabilmektedir (Hallila ve ark., 2014).

Simülasyon eğitimi, hemşirelik öğrencilerine sanal hastalar üzerinde pratisyenlik yapma imkanı tanır. Bu simülasyonlar, gerçek hasta senaryolarını taklit ederek öğrencilere klinik deneyim kazandırır, örneğin bir sanal hastaya ilaç verme sürecini veya acil bir tıbbi müdahaleyi uygulama yeteneklerini geliştirme fırsatı sunar (Lavoie ve Clarke, 2017).

Öğretim videoları, hemşirelik eğitiminde öğrencilere psikomotor beceri eğitimleri sağlama, derslerin ve konuların pekiştirilmesi gibi amaçlarla sıkça kullanılan teknolojilerden biridir (Agazio ve Buckley, 2009).

3D modelleme, öğrencilere ders kapsamında öğrendikleri konuları somut hale getirme imkanı sunar. 3D yazıcılar kullanılarak üretilen materyaller, öğrencilere farklı duyuşal deneyimler yaşatır ve böylelikle eğitsel açıdan tam ve kalıcı öğrenmeye katkı sağlar (McGonigle ve Mastrian, 2021).

Kaçış odaları, oyuncu ekiplerinin işbirliği içinde bulmacaları çözerek belirli bir hedefe ulaşmaya çalıştığı, zaman sınırlı oyunlar olarak tasarlanmıştır. Bu odalar, eğitim amaçlı ve ekip oluşturma amacıyla son yıllarda popülerlik kazanmıştır (Satır ve ark., 2022).

SONUÇ

Günümüzde sağlık hizmetleri, hızla gelişen teknolojik yeniliklerle birlikte dönüşmekte ve hemşirelik pratiği de bu değişime ayak uydurmaktadır. Hemşirelik bilişimi, bilgi teknolojileri ve sağlık hizmetlerini birleştirerek hemşirelik uygulamalarını optimize etmeyi amaçlayan multidisipliner bir alandır. Hemşirelik bilişimi, hastaların bakım süreçlerini iyileştirmek, sağlık verilerini daha etkili bir şekilde yönetmek ve hemşirelerin bilgi teknolojilerini etkili bir şekilde kullanmasını sağlamak adına kritik bir rol oynamaktadır. Hem ulusal hem de uluslararası düzeydeki gelişmeler, hemşirelik bilişimi alanında daha fazla uzman hemşire yetiştirilmesini teşvik ederken, teknolojinin eğitim süreçlerine entegre edilmesi, hemşirelerin güncel kalmalarını, kaliteli bakım sunmalarını ve sağlık sisteminin gelişmesine katkıda bulunmalarını desteklemektedir.

KAYNAKÇA

Agazio, J., & Buckley, K. M. (2009). An untapped resource: Using YouTube in nursing education. *Nurse educator*, 34(1), 23-28.

Ak B. Türkiye’de Sağlık Bilişimi, Bir Kişisel Değerlendirme ve Uluslar Arası Bir Başarı Öyküsü: CorT Tex. Akademik Bilişim Konferansı Bildirisi, 2009.

Al-Saadi, M. A., Wright, J. U., & Masud, F. N. (2020). Tele-ICU: A key to residents’ role in the intensive care unit during COVID-19 pandemic. *The Clinical Teacher*, 17(5), 551.

American Nurses Association, Society of Otorhinolaryngology, and HeadNeck Nurses (1994). Standards and scope of practice of otorhinolaryngology clinical nursing practice. American Nurses Publishing.

Bilgiç, Ş., & Şendir, M. (2014). Hemşirelik bilişimi. *Cumhuriyet Hemşirelik Dergisi*, 3(1), 24-28.

Daniel, G.O., Oyetunde, M.O. (2013). Nursing informatics: A key to improving nursing practice in Nigeria. *International Journal of Nursing and Midwifery*, 5(5), 90-98

Erdemir, F., Hanoğlu, Z., & Akman, A. (2005). Hemşirelerin Bilgisayar ve İnternet Kullanma Durumu ve Hemşirelikte Bilgisayar Kullanımının Değerine İlişkin Görüşleri, 2. *Ulusal Tıp Bilişimi Kongresi*, 17-20.

Graves, J.R, Corcoran, S.(1989). The study of nursing informatics. *The Journal of Nursing Scholarship*, 21(4), 227-231.

Hallila, L. E., Al Zubaidi, R., Al Ghamdi, N., & Alexander, G. (2014). Nursing students' use of Internet and Computer for their Education in the College of Nursing. *Int J Nurs Clin Pract*, 1(108), 1-5.

Healthcare Information and Management System Society (2012). Nursing Informatics 101; 1-62 <http://www.himss.org/files/HIMSSorg/handouts/NI101.pdf>

<https://sozluk.gov.tr/>

<https://www.iienstitu.com/blog/bilisim-nedir>

<https://www.imia.org/ni/>

Işık Andsoy I. (2016). Hemşirelik Bilişimi Eğitimi ve Türkiye'deki Durumu. *Türkiye Klinikleri J Surg Nurs-Special Topics*;2(1):79-84

Keskin, H. G., & Özhelvacı, İ. (2022). Tele Sağlık Sistemi ve Hemşirelik. Paramedik ve Acil Sağlık Hizmetleri Dergisi, 3(1), 36-45.

Khurram, M., Asmar, S., & Joseph, B. (2021). Telemedicine in the ICU: Innovation in the critical care process. *Journal of intensive care medicine*, 36(12), 1377-1384.

Lavoie, P., & Clarke, S. P. (2017). Simulation in nursing education. *Nursing2023*, 47(7), 18-20.

McGonigle, D., & Mastrian, K. (2021). *Nursing informatics and the foundation of knowledge*. Jones & Bartlett Learning.

Olgun, Ş. (2019). Türkiye’de ve Asya-Avrupa ülkelerinde bilişim hemşireliği. *Van Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(3), 35-40.

Özel, H. Ö., Ürkmez, D. Ö., Demiray, S., & Cebeci, Z. (2014). Hemşirelik bilişimi ve hastane bilgi yönetimi sistemi. *Okmeydanı Tıp Dergisi*, 30(3), 158-160

Satır, G., Kaya, G., & Beji, N. K. (2022). Hemşirelik Eğitiminde Yeni Yöntemler: Kaçış Odası ve Sanal Kaçış Odası. *Journal Of Health Science Yuksek Ihtisas University*, 3(3).

Seçginli, S., Erdoğan, S., Monsen, K. (2014). Attidues of health professionals towards electronic health reording in primary health care settings: A Questionnaire Survey. *Inform Health Soc Care*, 39(1): 15-32.

Sevil, Ü., & Bozkurt, Ö. D. (2018). Hemşirelik ve İnovasyon. Baskı, İstanbul: Güven Plus Grup Danışmanlık AŞ Yayınları.

Uysal, Ö. Ü. B., & Semiz, Ö. Ü. T. (2022). Sağlık Hizmetlerinde Dijitalleşme ve Geleceği

Vermişli Peker, S., Yavuz Van Giersbergen, M. ve Biçersoy, G. (2018). Sağlık bilişimi ve Türkiye’de hastanelerin dijitalleşmesi. *Sağlık Akademisi Kastamonu*, 3(3), 81-121.

While, A. & Dewsbury, G. (2011), Nursing and information and communication technology (ICT): a discussion of trends and future directions, *International Journal of Nursing Studies*, 48 (10), 1302-10.

HEMŞİRELİK VE İNOVASYON

Öğr. Gör. İlknur PALAZ

Gümüşhane Üniversitesi, ilknurpalaz@gumushane.edu.tr - 0000-0002-5381-8135

Öğr. Gör. Dr. Ahmet TAŞ

Gümüşhane Üniversitesi, ahmettas@gumushane.edu.tr - 0000-0002-1444-6068

ÖZET

Hemşirelik, sağlık sektöründe öncü bir rol oynayan ve sürekli değişen ihtiyaçlara hızlı bir şekilde uyum sağlaması gereken bir meslek dalıdır. Bu bağlamda, inovasyon hemşirelik pratiğini şekillendiren ve hasta bakımını dönüştüren önemli bir etkidir. Hemşireler, geleneksel yöntemleri sürdürmelerinin yanı sıra, teknoloji, süreç iyileştirmeleri ve yeni bakım modelleri gibi inovasyonları benimsemek suretiyle daha etkili ve kişiye özel hizmetler sunma konusunda öncü bir rol üstlenmektedirler. Hemşirelik, inovasyonu sadece teknolojik gelişmelerle sınırlamaz; aynı zamanda yaratıcı bakım modelleri üzerinde de çalışır. Örneğin, evde bakım hizmetleri, hasta merkezli bakım ve toplum odaklı bakım gibi yeni yaklaşımlar, hemşirelerin hasta ihtiyaçlarına daha duyarlı ve özelleştirilmiş çözümler geliştirmelerine olanak tanır. Hemşirelikte inovasyon sadece klinik uygulamalarla sınırlı değildir; aynı zamanda eğitim ve profesyonel gelişim alanlarını da kapsar. Hemşireler, sürekli eğitim programları, simülasyonlar ve dijital öğrenme platformları aracılığıyla güncel kalmak ve yeni pratikleri benimsemek için fırsatlar ararlar. Bu, mesleklerini sürekli olarak geliştirmelerine ve sağlık hizmetlerindeki en son yenilikleri takip etmelerine yardımcı olur. Hemşirelikteki inovasyonun bir diğer boyutu da veri analitiği ve yapay zeka uygulamalarıdır. Büyük veri analizi, hastaların tedavi süreçlerini değerlendirmede ve kişiye özel bakım planları oluşturmada kullanılabilir. Yapay zeka destekli karar verme sistemleri, hemşirelere daha hızlı ve daha doğru kararlar almalarında yardımcı olabilir. Sonuç olarak, hemşirelik ve inovasyon birbirini tamamlayan unsurlardır. Hemşireler, sürekli değişen sağlık ortamında başarılı olabilmek için yenilikçi düşünme, teknolojik gelişmeleri benimseme ve yaratıcı çözümler üretme becerilerini geliştirmelidirler. Bu yaklaşım, hemşirelik pratiğini ileriye taşıırken hastaların bakım kalitesini artırabilir ve sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliğine katkıda bulunabilir.

Anahtar Kelimeler: İnovasyon, Yenilik, Sağlık, Hemşirelik

GİRİŞ

İnovasyon, "yeni bir fikir, araç veya yöntem sunma eylemini ya da süreci" ve "ürün, metot veya hizmet gibi konularda yeni fikirleri değer yaratan çıktılara dönüştürme süreci" olarak tanımlanmaktadır (Sevil ve Bozkurt, 2018). Türk Dil Kurumu'na göre ise inovasyon, "değişen koşullara uyabilmek için toplumsal, kültürel ve yönetsel ortamlarda yeni yöntemlerin kullanılmaya başlanması, yenilik" olarak ifade edilmektedir (sozluk.gov.tr). Herhangi bir yeniliğin inovasyon olarak değerlendirilebilmesi için hem işletme için yeni olması hem de ekonomik bir değer sunuyor olması gerekmektedir (Satı ve Işık, 2011).

Gelişime bağlı olarak hızla artan rekabet ortamında, tüketiciler sıradanlıktan uzak, estetik, her zaman artı bir değer sunan ve görsel özellikleriyle öne çıkan yeni ürünlere ilgi duymaktadır. Tüketiciler, istek ve arzularını ani ve hızlı değişimlerle ifade edebilmektedir. Bu zorlu ortamda küçük ve büyük ölçekli tüm şirketlerin rekabet gücünü koruması ve ayakta kalabilmesi, bu firmaların ürün ve hizmetlerinde inovasyon yapımlarıyla mümkün olmaktadır. Günümüzde şirketler, sadece yenilik yaparak tüketicilerin hızla değişen ihtiyaçlarına cevap verebilir ve rakiplerinden her zaman bir adım öteye geçebilirler. İnovasyon, yeni ve geliştirilmiş bir şeyler yapmanın ötesinde, aynı zamanda firma için ekonomik değer oluşturabilen yenilikleri içermektedir (Dursun, 2017). Bir ülkede refah ve yaşam standardı, rekabet gücü artarsa yükselir; rekabet gücü içinse üretkenliği artırmak gerekir. Üretkenliği artıran en önemli araç inovasyondur. Bu nedenle inovasyon, ülkeler için ekonomik büyümenin, artan istihdamın ve yaşam kalitesinin anahtarıdır. Ancak bu sayede, ülkenin ve toplumun kaynaklarının ürün ve hizmete dönüştürülmesi ve bu ürün ve hizmetlerden ekonomik ve toplumsal değer yaratılması mümkün olur (ansiad.org).

Oslo Kılavuzu inovasyonu dört başlık altında sınıflandırır:

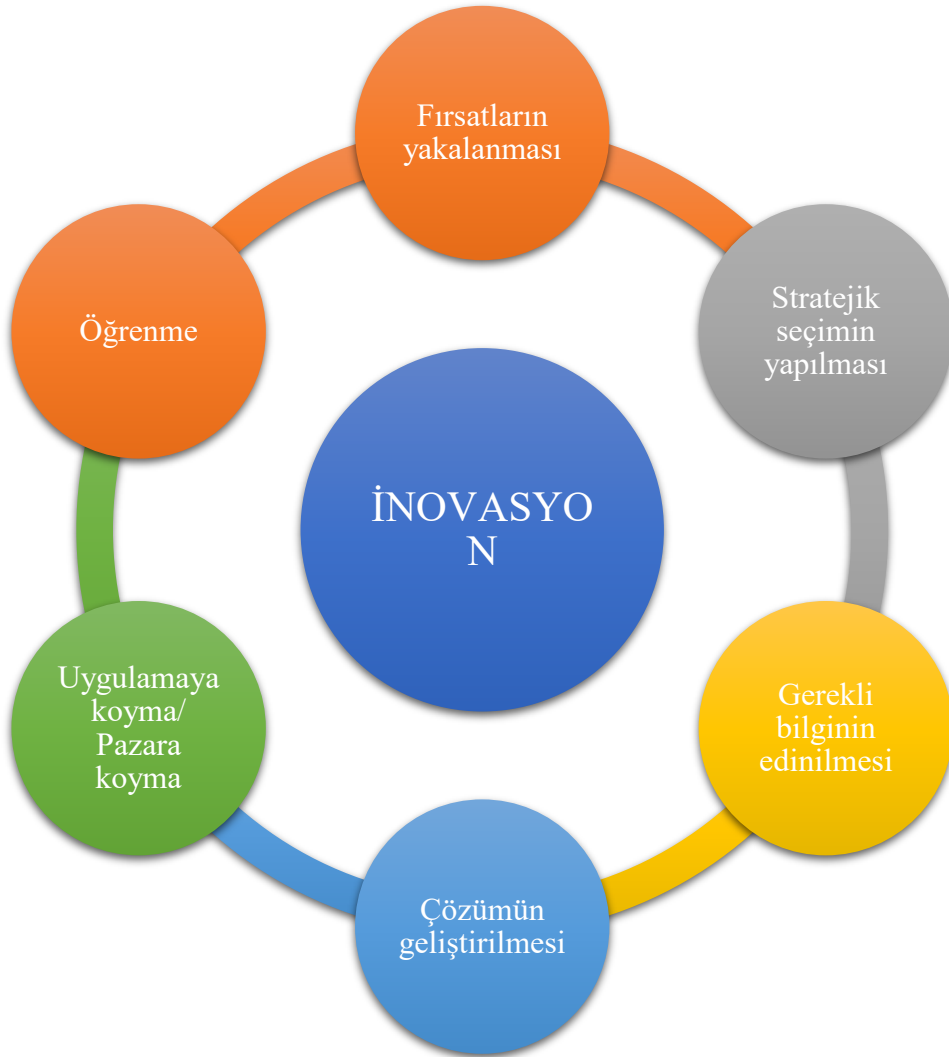
Ürün inovasyonu, pazara sunulan bir mal veya hizmetin yeni veya önemli ölçüde geliştirilmiş/iyileştirilmiş özelliklere sahip olmasıdır. Bu iyileştirmeler, teknik özelliklerde, parçalarda ve malzemelerde, yerleşik yazılımda, kullanım kolaylığında veya diğer işlevsel özelliklerde gerçekleştirilebilir.

Süreç inovasyonu, üretim veya dağıtım süreçlerinde yeni veya önemli ölçüde geliştirilmiş/iyileştirilmiş yöntemlerin uygulanmasıdır. Bu değişiklikler, tekniklerde, ekipmanlarda ve/veya yazılımlarda gerçekleşebilir.

Pazarlama inovasyonu, ürün tasarımında veya paketinde, ürün yerleştirmede, ürün promosyonunda veya fiyatlandırmada önemli değişiklikler içeren yeni bir pazarlama yönteminin uygulanmasıdır.

Organizasyonel inovasyon, bir firmanın iş uygulamalarında, işyeri organizasyonunda veya dış ilişkilerinde yeni bir organizasyonel yöntemin uygulanmasıdır (tubitak.gov.tr).

Görsel 1. İnovasyon Döngüsü



Kaynak: <https://www.ansiad.org.tr/upload/2017020813054488-inovasyon.pdf>

Gelişmiş ekonomilerde sağlık sektörü, en büyük hizmet sektörlerinden biri olarak öne çıkar. Sağlık sektörü, teknoloji ve bilgi yoğun özellik taşımasının yanı sıra yüksek inovatif potansiyele de sahiptir. Tüm sektörlerden farklılaşan sağlık sektörü, yapısı ve hizmet sunum şekli itibarıyla insan ve insan sağlığının ana unsuru olması nedeniyle tanı ve tedavi süreçlerine büyük önem verir. Bu nedenle sağlık kurumları, her aşamada güncel gelişmeleri takip etme ve kaliteyi artırmaya yönelik inovasyon çalışmaları yürütür (Toprak, 2019).

İnovatif Fikir Nedir?

İnovatif düşünce, ilk olarak toplumun inovasyon kültürünü benimsemesiyle hayata geçer. İnovatif düşünce süreci devreye girdiğinde, bir ürüne veya hizmete yönelik geçmişte tasarlanmış fikirler ve uygulamalar, yeni fikir ve uygulamalarla değiştirilerek yeni bir form kazanır. İnovasyon, akla gelebilecek her alanda oluşturulabilir. Bireyler, eğitimlerini

tamamlarken aynı zamanda yeni fikirler yaratmak için çaba göstermelidirler. Öğrenilen farklı teknikler doğrultusunda, yenilikçi hareketlere öncülük edebilirler. Eğitim süreci, bireyin kişisel gelişimi için oldukça önemlidir. İnovatif düşünme sürecini değerlendirdiğimizde, karşımıza 5 aşamadan oluşan süreç yönetimi çıkmaktadır:

Problemi teşhis etme süreci, inovatif düşüncenin başlangıçtaki ilk aşamasıdır ve problemin doğru bir şekilde tespitini içerir.

Çözüm üretme ve buluş ortaya çıkma süreci, insanın doğasında otomatik olarak eyleme geçen bir mekanizmadır. Bu süreç, düşünce, bilgi ve birikimin birleştirilmesiyle yeni bir tasarımın ortaya çıkmasında rol oynar.

Deneyim süreci, ortaya çıkan yeni fikrin deneyimlenmesini içerir ve bir sonraki adım için gerekli verilerin elde edilmesine yardımcı olur. Bu süreç, olumlu ve olumsuz yanları ortaya koymak için önemlidir.

Ölçme ve değerlendirme süreci, deneyimlenen sonuçların ayrıştırılması ve elde edilen faydaların, ihtiyaçların değerlendirilmesini içerir.

Sonlandırma süreci, ölçme ve değerlendirme sonuçlarına dayanarak kişilere veya kurumlara hizmet etmeyen buluşların tespit edilerek varlığına son verilme sürecidir (iienstitu.com).

Patent ve Faydalı Model Nedir?

Patent ve faydalı model, Türkiye'de ve dünyada ticari değer taşıyan bir buluşu taklit edilmekten koruyan, ülkesel ve bürokratik sınai mülkiyet hakkı tescil sistemidir. Alındığı ülke için sınırlı bir süre boyunca, üçüncü kişiler tarafından buluşun izinsiz olarak üretilmesini, satılmasını, kullanılmasını, ithal veya ihraç edilmesini engelleme yoluyla buluş sahibine resmi tekel hakkı sağlar. Patent, genellikle 20 yıl, faydalı model ise 10 yıl süreyle sınai mülkiyet hakkının korunmasını sağlar. Ancak, patentli bir buluşun ticari olmayan kişisel kullanımlar için üretilmesinde herhangi bir engel bulunmamaktadır (toraks.org). Patent ve faydalı model arasındaki farklar aşağıdaki gibi özetlenmektedir:

Tablo 1. Patent ve Faydalı Model arasındaki fark

	Patent	Faydalı Model
Yenilik	√ Bakılır	√ Bakılır
Buluş Basamağı	√ Bakılır	X Bakılmaz
Sanayiye Uygulanabilirlik	√ Bakılır	√ Bakılır
Usuller ve Usuller Sonucu Elde Edilen Ürünler	√ Korunur	X Korunmaz
Eczacılıkla İlgili Maddeler	√ Korunur	X Korunmaz
Biyoteknolojik Buluşlar	√ Korunur	X Korunmaz
Kimyasal ve Biyolojik Maddeler	√ Korunur	X Korunmaz
Araştırma Raporu	√ Var	√ Var
İnceleme Raporu	√ Var	X Yok
Koruma Süresi	20 YIL	10 YIL

Kaynak: <https://www.turkpatent.gov.tr/patent-ve-faydali-model>

Sağlık Hizmetlerinde ve Hemşirelikte İnovasyon Neden Önemlidir?

Sağlık hizmetleri, farklı bilim dalları ve uzmanlık alanlarının mükemmel bir uyum içinde çalışması gereken, aynı zamanda birçok riskli faaliyeti barındıran bir hizmetler bütünü olarak görülmektedir. Sağlık hizmetleri, dijital hastane, tele tıp uygulamaları, iş zekası, veri madenciliği, 3-D teknolojisi ve hologram teknolojisi gibi birçok uygulama ile yenilik ve değişimin en yoğun yaşandığı bir alan olarak öne çıkmaktadır (Aksay ve Orhan, 2013). Tedavi ve bakım hizmetlerinin hastanelerden evlere doğru akışı, bilgisayar destekli operasyonlar ve uygulamalardaki artışa paralel olarak, sağlık hizmetlerinde tıbbi cihazların kullanım oranının ve çeşitlerinin artması öngörülmektedir. Bu alanda araştırma ve geliştirme faaliyetleri büyük önem taşımaktadır. Bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme, robotik cerrahi gibi tıbbi cihazlardaki teknolojik gelişmeler, bakımın kalitesini, hasta memnuniyetini ve operasyonel etkinliği artırmaktadır (Şengün, 2016). Sağlık hizmetleri inovasyonu, kalite, güvenlik, çıktılar, verimlilik ve maliyeti düzeltmeyi amaçlayan uzun dönem hedefleriyle birlikte, yeni bir konsept, fikir, hizmet, süreç, tedavi, teşhis, önlem, araştırma ve eğitim geliştirmeyi amaçlayan ürün olarak tanımlanabilir. Sağlık inovasyonu örnekleri arasında kişisel elektronik sağlık kayıt çözümleri, elektronik klinik sağlık kayıtları ve yüksek tanımlı televizyon işaretleri gibi uygulamalar bulunmaktadır (Omachonu ve Einspruch, 2010:5-7).

Satı (2021)'e göre sağlık sektöründe inovasyonun neden gerekli olduğunu aşağıdaki noktalarla değerlendirmiştir:

- Değişen ihtiyaçlar: Çalışanların yeteneklerini ve becerilerini güçlendirmeleri, hastanın değişen ihtiyaçlarına etkin bir şekilde yanıt verebilmek için önemli bir gerekliliktir.
- Teknolojik değişimler: Sağlık sistemlerinin ve kuruluşların gelişmesi, hastanın taleplerine daha iyi bir şekilde cevap verebilmek için önemlidir.
- Değişen hasta ihtiyaçları: Güvenlik, sağlık hizmetleri kalitesi ve kapasitesinin artırılması, hastanın değişen ihtiyaçlarına odaklanmaktadır.
- Bütçesel kesintiler: Finansal zorluklar, sağlık hizmetleri bütçesini doğrudan ve dolaylı olarak etkiler. Hükümetler, sağlık hizmetlerini zayıflatmadan maliyet tasarrufu sağlayacak yeni yöntemleri aramalıdır.
- Devamlı ve uzun dönemli sağlık problemleri: Bazı nadir hastalıklar için özel servislerle tedavi merkezleri kurulabilir ve bu merkezler için yeni hizmetlere ihtiyaç duyulabilir. Bu merkezler, gerektiğinde bölgesel ve ulusal düzeyde önemli roller üstlenmektedir.
- Tedarik zincirlerindeki zorunluluklar: Yeni ürün ve hizmetlerin sunumunda, tedarik zinciri ilişkileri ve yapıları göz önüne alınarak yeni ürün ve hizmetler geliştirilmelidir.
- Toplumsal endişeler: Ulusal sağlık hizmeti kurumları, sosyal sorumluluklarının bir parçası olarak sağlık hizmetleri kalitesini artırmalıdır. Ayrıca, bu faaliyetlerin topluma etkilerini anlamak ve yerleştirmek için bu sorumluluk anlayışına ihtiyaç vardır.
- Sürdürülebilir çabalar: Uzun vadeli sürdürülebilir inovasyonlar için yeni ürün ve hizmetler geliştirilmelidir.

Merih ve arkadaşlarının (2019) çalışmasında, hastanelerindeki uygulanan çeşitli inovatif buluşlar sunulmuştur. Bu ürünler arasında cerrahi aletler, farklı korumalı cerrahi iğneler, doğum travay takip cihazları, doğum sonu kanama önleyici cihaz, yenidoğan yoğun bakım ürünleri (formül süt hazırlama cihazı, nefes öğreten yatak, ağlama sensörü, yenidoğan özel kan alma iğneleri, kan değişim cihazları, topuk kanı alma cihazları vb.), hasta konforunu destekleyici sürgülü yatak, pozisyon veren ve masaj yapan yatak, akıllı ürodinami cihazı, hasta

mobilizasyonuna destek giyilebilen serum askısı ve foley sonda askısı, özellikli süt sağma cihazları, ilaç navigatörleri, ilaç güvenliği için kontrol kalemleri, çok yönlü hasta bakım arabaları, kontrollü atık toplama cihazları gibi birçok cihaz bulunmaktadır. Bu ürünler, hastane ortamında hasta bakımını iyileştirmeyi ve sağlık personelinin işlerini daha etkili bir şekilde yapmalarını desteklemeyi amaçlamaktadır.

Hemşirelik eğitiminin temel amaçlarından biri, bireylerde yaratıcılığı geliştirmektir. Hemşirelik öğrencilerine ilk öğretilen prensiplerden biri de "hemşire yaratıcıdır" yaklaşımıdır. Sağlık bakımındaki değişen ihtiyaçlar göz önüne alındığında, hemşirelik mesleği, yaratıcı, araştırmacı, bilgi üretebilen ve bu bilgiyi etkili bir şekilde kullanabilen profesyonellere ihtiyaç duymaktadır. Hemşireler, etkin hizmet sunumu ve istenilen sonuçları elde etmek için sürekli değişen koşullara adapte olmak zorundadırlar. Hemşireler, bakım kalitesini artırmak amacıyla sürekli olarak yeni ve yaratıcı faaliyetler gerçekleştirmektedir. Bu faaliyetler, inovasyon olarak adlandırılır ve hasta bakım maliyetini azaltırken, aynı zamanda bakım kalitesini artırabilir. Bu nedenle, hemşirelerin yaratıcı düşünce ve uygulamalara sahip olmaları, sağlık hizmetlerinin sürekli iyileştirilmesi ve güncellenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (inovatifhemşirelikdernegi.com).

SONUÇ

Hemşirelikte inovasyon, sağlık hizmetlerinin sürekli iyileştirilmesi ve güncellenmesinde kritik bir rol oynar. İnovasyonun sağlık sektöründeki etkisi, hemşirelerin hasta bakımını daha etkili, güvenli ve kişiye özgü hale getirme potansiyelini içerir. Hemşireler, geleneksel yöntemlerin ötesine geçerek, yaratıcı düşünce ve uygulamalarla yeni çözümler üretebilirler. Hemşirelikte inovasyonun sağladığı başlıca faydalardan biri, hastaların bireysel ihtiyaçlarına daha etkili bir şekilde yanıt verebilme yeteneğidir. Yaratıcı çözümler, hastaların tedavi süreçlerini daha kişiselleştirilmiş ve etkili kılarak, tedavi sonuçlarını olumlu yönde etkileyebilir. Özellikle teknolojik gelişmelerin sağlık hizmetlerine entegre edilmesi, hemşirelerin hasta takibini, veri analizi ve tedavi planlamasını daha akıllı ve hızlı bir şekilde gerçekleştirmelerine olanak tanır. Ayrıca, hemşirelikte inovasyon, bakım kalitesini artırmanın yanı sıra hastane operasyonlarını da optimize etmeye yönelik çözümler sunar. Daha etkili ve verimli süreçler, hemşirelerin zamanlarını daha iyi yönetmelerine ve hasta odaklı bakım sunmalarına yardımcı olabilir. Bu da, hemşirelerin hasta memnuniyetini artırma ve sağlık hizmetlerinin genel kalitesini yükseltme potansiyelini beraberinde getirir.

Hemşirelerin inovasyona odaklanması, profesyonel gelişimlerini teşvik eder ve sürekli öğrenmeyi destekler. Yenilikçi düşünce, hemşirelerin problem çözme yeteneklerini güçlendirir ve değişen sağlık ortamına uyum sağlamalarına yardımcı olur. Ayrıca, hemşireler arasında bilgi paylaşımını artırarak, en iyi uygulamaların yayılmasına ve benimsenmesine katkıda bulunabilir. Sonuç olarak, hemşirelikte inovasyon, sağlık hizmetlerini dönüştürerek daha etkili, erişilebilir ve sürdürülebilir bir sağlık sistemine katkı sağlar. Hemşirelerin inovasyonu benimsemesi, sağlık sektöründe sürekli gelişimi destekleyerek, daha iyi bir hasta bakımı standardı oluşturmaya yardımcı olur. Bu nedenle, hemşirelerin inovasyona açık olmaları ve yaratıcı çözümler üretmeleri, sağlık hizmetlerinin kalitesini ve etkinliğini artırmak adına önemlidir.

KAYNAKÇA

Aksay, K. ve Orhan, F. (2013). Hastanelerde İnovasyon Sürecinin Risk Yönetimi Bağlamında Değerlendirilmesi: Bir Model Önerisi. *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, s. 10-23

Dursun, Ö. O. (2017). İnovasyon üzerine kavramsal bir inceleme. *International Journal of Management and Administration*, 1(1), 12-17.

<https://inovatifhemsirelikdernegi.com/>

<https://sozluk.gov.tr/>

https://toraks.org.tr/site/sf/books/pre_migration/e91f7a1fbb43c9a07d1ee56d5c8a4ff568c3330ccad4ec5ff3e1e084d8585931.pdf

<https://www.ansiad.org.tr/upload/2017020813054488-inovasyon.pdf>

<https://www.iienstitu.com/blog/inovatif-nedir>

https://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/BTYPD/kilavuzlar/Oslo_3_TR.pdf

<https://www.turkpatent.gov.tr/patent-ve-faydali-model>

Merih, Y. D., Alioğulları, A., Kocabey, M. Y., Gülşen, Ç., & Sezer, A. (2019). Hemşirelikte İnovasyon Kültürü Oluşturma; Bir Başarı Öyküsü. *Zeynep Kamil Tıp Bülteni*, 50(3), 175-181.

Omachonu, V., K. ve Einspruch, N., G. (2010). Innovation in Healthcare Delivery Systems: A Conceptual Framework, *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal*, 15(1).

Satı, Z. E. (2021). Innovation Management in Healthcare: Innovative Products and Services.

Satı, Z. E., & Işık, Ö. G. D. Ö. (2011). İnovasyon ve stratejik yönetim sinerjisi: Stratejik inovasyon. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 538-559.

Sevil, Ü., & Bozkurt, Ö. D. (2018). Hemşirelik ve İnovasyon. *Baskı, İstanbul: Güven Plus Grup Danışmanlık AŞ Yayınları*.

Şengün, H. (2016). Sağlık hizmetleri sunumunda inovasyon. *Med Bull Haseki*, 54, 194-8.

Toprak, B. (2019). Sağlık teknolojilerinde inovasyon (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).

S700 ÇELİĞİNİN VE HARDOX 450 ÇELİKLERİNİN, ROBOTİK KAYNAK TEKNOLOJİSİYLE, ER 110S-G TEL İLE BİRLEŞTİRİLMESİ VE KAYNAK KABİLİYETLERİNİN İNCELENMESİ

Volkan DEMİREL

Bartın Üniversitesi, 22618113011@ogrenci.bartın.edu.tr- 0009-0009-5171-6854

Evren KOCAOĞLU

Bartın Üniversitesi, ekocaoglu@evrenmak.com- 0009-0001-3765-7642

Doç. Dr. Volkan KIRMACI

Bartın Üniversitesi, volkankirmaci@bartın.edu.tr - 0000-0001-7076-1911

ÖZET

Bu çalışmada, Robot kaynağı yöntemi ile, AWS A5.28 normuna göre ER 110S-G kaynak teli ve koruyucu gaz koşulları modifiye edilerek Hardox450 çeliği ve S700 çeliğinin kaynak yapılarak mekanik ve makro yapısal özellikleri incelenmiştir. Robot kaynağı sistemlerinde birleştirilen parçaların, çekme, çentik, sertlik değerleri yanı sıra mikro ve makro yapıları incelenmiştir.

Öncelikle, 2 şer adet 4x150x350 mm Hardox450 çeliği ve 8x150x350 boyutlarında s700 çeliği talaşlı işlem uygulanarak boy kısımlarından 45° lik kaynak ağız açıklığı verilmiştir. İkişerli gruplar haline getirilen parçalar, ER 110S-G aynak teli Hb 212 karışım gazları korumasında, Robot kaynağı sistemlerinde çoklu paso ile kaynaklı birleştirilerek, plakalar H1 ve H2 ve olarak adlandırılmıştır. Birleştirilen parçaların, çekme, çentik, sertlik değerleri yanı sıra mikro ve makro yapıları incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kaynak, Masif tel, Hardox450, S700 , Robotlu kaynaklı imalat

1. GİRİŞ

Bugünün kaynak uygulamalarında, kaynak esnasında oluşan ısının malzeme üzerindeki etkileri büyük önem taşır. Kaynak işlemi sırasında malzeme üzerindeki ısının dağılımı, yapılan kaynağın istenilen kaliteye ulaşması için önceden belirlenmesi gereken bir faktördür. Bu, kaynaklı birleştirmelerde olası sıcaklık değişikliklerinin doğurabileceği sorunları önceden tespit etmek ve önlem almak için önemlidir. Bu sayede üretim aşamasına geçmeden önce olası sorunlarla ilgili bilgi sahibi olmak, zaman ve maliyet tasarrufu sağlarken işin kalitesini artırabilir. Bu çalışmanın amacı Endüstri 4.0 teknolojileri, otomasyon ve veri analitiği gibi konuları içerir ve üretim süreçlerini daha verimli hale getirme potansiyeline sahiptir. Robot Kaynağı Yöntemi gibi gelişmiş kaynak yöntemleri, endüstriyel kaynak yöntemlerini optimize etmek için kullanılır.

Hardox450 çeliklerinin bu deneydeki kullanımı, yüksek mekanik ve aşınma bozulmalarını sağlayan bir malzeme seçeneği olarak dikkat çekiyor. Gaz korumasını yok sayıp açık bir şekilde yapılan kaynak uygulamaları, pratik açıdan maliyet tasarrufu sağlar ve kaynak kullanabilir.

Hardox450 çeliği yüksek aşınma dayanımlı ve mekanik mukavemetli çelik alaşımlarının en çok kullanılanlarından biridir. Ana kullanım alanları aşınma ve yüksek mukavemet ürünleridir. Maden,

çimento, geri dönüşüm, yol yapım sektörleri gibi ağır çalışma şartlarındaki, kepçeler, kepçe kovaları ve tırnakları, kırıcılar, konveyörler, taşıyıcılar, damperli kamyonlar, çöp kamyonu, mikserler, değirmenler vb. gibi birçok ağır sanayi iş makineleri parçaları kaynaklı birleştirme yöntemi ile Hardox450 çeliklerinden üretilmektedir. Hardox450 çeliğinin, bulunabilirlik, kaynak edilebilirlik, hafiflik ve maliyet gibi avantajları da tercih edilebilirliklerini arttırmaktadır.

S700 çelikleri Termomekanik haddeleme yöntemi ile üretilmiş S700 çelikleri, ürünleri daha dayanıklı, hafif ve sürdürülebilir kılma amacı ile geliştirilmiştir. Yüksek dayanım ve performans sağlayan bu malzemenin aynı zamanda kolay kaynaklanabilir olması, işlenebilirlik açısından son derece önem arz etmektedir. S700 çeliklerinin bu deneydeki kullanımı S700 çeliği, yüksek mukavemeti ve mükemmel mekanik özellikleriyle dikkat çeker. Kaynaklanabilirlik açısından da önemli bir çeliktir çünkü kaynak işlemi sırasında istikrarlı bir şekilde kaynağı oluşturabilir ve bu kaynaklar genellikle istenen dayanıklılığı ve sağlamlığı korur. Bu özellik, çeşitli endüstrilerde ve uygulamalarda tercih edilme sebebini oluşturur. Ayrıca, S700 çeliğinin mükemmel bükülebilirlik özelliği, farklı şekillerdeki parçaların üretiminde esneklik sağlar. Bu, çelikten yapılan yapıların ve parçaların tasarımında daha fazla özgürlük sunar. Mukavemetine rağmen, bu çelik belirli bir derecede bükülebilir olduğu için farklı formlarda üretimine olanak tanır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Deneyin Amacı :

Bu deney yüksek mukavemetli çeliklerin kaynağının kalitesini artırmak, kaynak sonrası performansı iyileştirmek ve uygulama alanlarını genişletmek için yapılır. Bu veriler, endüstriyel uygulamalarda doğru kaynak tekniklerinin belirlenmesine ve bu çeliklerin en etkin şekilde kullanılmasına yardımcı olabilir. Hardox450 ve S700 gibi yüksek mukavemetli çeliklerin kaynağıyla yapılan deneyler birkaç amaç doğrultusunda gerçekleştirilebilir.

2.1.1.Kaynak Kalitesi ve Dayanıklılık Analizi :

Hardox450 ve S700 çeliklerinin farklı kaynak yöntemleri, elektrot/kaynak teli seçimleri veya kaynak parametreleri altında nasıl davrandığını belirlemeye yöneliktir. Kaynak bölgesinde oluşan yapısal değişiklikler, kaynak sonrası sertlik, gerilme analizleri gibi testlerle kaynak kalitesi ve dayanıklılığı değerlendirilir.

2.1.2.Termal Davranış Analizi : Kaynak sırasında ve sonrasında çeliklerin termal davranışları incelenebilir. Bu, kaynak işlemi sırasında oluşan ısı etkilerinin çeliklerin özellikleri üzerindeki etkisini anlamak için yapılabilir.

2.1.3.Mukavemet ve Mikroyapı Değişimleri : Kaynak bölgesindeki mikroyapı değişiklikleri ve mukavemet özelliklerindeki değişimler, çeliklerin kaynak sonrası performansını değerlendirmek için incelenebilir. Bu, malzemenin nasıl etkilendiğini anlamak ve kaynak sonrası mukavemet kaybını minimize etmek için önemlidir.

2.1.4.Kaynak Öncesi ve Sonrası Karakterizasyon : Malzemenin kaynak öncesi ve sonrası özellikleri arasındaki farkları belirlemek için yapılan deneyler, kaynak işleminin etkilerini daha iyi anlamak adına önemlidir.

2.1.5.Çatlak Oluşumu ve Diren Analize : Kaynak bölgesinde çatlak oluşumu ve çatlaklara karşı direnç, kaynak sonrası davranışı anlamak ve çatlak oluşumunu engellemek adına incelenir.

2.2. Numune Seçimi

S700 ve Hardox 450 gibi yüksek mukavemetli çeliklerin kaynak işlemleri için numune seçimi, kaynak sonrası performansı ve kaynak bölgesindeki değişiklikleri anlamak için kritik bir adımdır. Numunelerin doğru seçimi, deneylerin sonuçlarının güvenilirliği açısından son derece önemlidir. Bu tür deneylerde kullanılan numuneler, genellikle şu alanları kapsayan çeşitli bölgelerden alınabilir.

Kaynak bölgesi numuneler kaynak bölgesindeki erime bölgesi, ısı etkisi altındaki bölge ve kaynak sonrası malzeme yapısının incelenmesi için numuneler alınabilir. Kaynak işlemi öncesi ana malzemeden alınan numuneler, kaynak sonrası değişiklikleri anlamak için karşılaştırma amaçlı kullanılabilir. Numune seçimi, incelenecek özelliklere bağlı olarak özenle yapılmalıdır.

2.2.1. Hardox 450 çeliği :

Hardox 450 çeliği 250°C sıcaklığa kadar rahatlıkla dayanabilen, aşınması mümkün olmayan, ok yüksek mukavemeti sahip, yüksek dayanma derecesine sahip sınırları aşan özel bir çeliktir. Hardox 450 çeliği, aşınma ve erozyona üstün direnç sunar ve dayanıklılığı artırarak makinelerin ve ekipmanların ömrünü uzatır.

Doğada tek başına bulunan bulunmaz ve laboratuvar ortamında üretilmektedir. Aşınmaya maruz kalan bölgelerde, bu tür çelikler normal çeliklere göre üç kat daha uzun bir ömür sunar. Bunun yanı sıra, darbe, çarpma ve sarsıntılara karşı dayanıklıdır ve çentik etkilerine karşı da dirençlidir. Bu özellikleri sayesinde, çelik kaybolmadan bükülebilir ve kaynak uygulanabilir.

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	B
Kimyasal Bileşimi (%)	0,18	0,25	1,3	0,015	0,004	0,1	0,1	0,04	0,003

Çizelge 1.1 : Hardox 450 çelik malzeme kimyasal bileşenleri

Hardox 450'ün Avantajları aşağıda belirtildiği gibidir;

- Hardox 450, mükemmel aşınma direnci sunar. Bu, malzemenin uzun süre dayanmasını sağlar ve bakım maliyetlerini düşürür.
- Bu çelik levha, yüksek mukavemet özelliklerine sahiptir, bu da dayanıklılığı artırır ve güçlü bir performans sunar.
- Hardox 450, yüksek dayanıklılığa sahip olmasına rağmen hafif bir malzemedir, bu da ekipmanların taşınabilirliğini artırır.
- Bu malzeme, çeşitli şekil ve boyutlarda üretilebilir, böylece farklı projeler için uyarlanabilir.

Ekskavatör kovalarında, Sondaj makinelerinde, Loader kovalarında, darbeli kırıcılarda, Helezon konveyörlerde, greyder bıçaklarında , Damper kasalarında, Beton mikserlerinde, Dozer bıçaklarında, Öğütücü gövdelerinde, Forklift bıçaklarında, Kar küreme bıçaklarında, Hurda balyalama makinelerinde, Kırıcı ve eleklerde kullanılabilir.

2.2.2. S700 çeliği;

Daha güçlü ve daha hafif yapılar için minimum 700 MPa akma dayanımına sahip, soğuk iklimlendirme için korunmuş, sıcak haddelenmiş birleştirilmiş esnek çeliktir. S700 çeliğinin yüksek mukavemetli çelik kalitesi, mükemmel bükülebilirlik, kaynaklanabilirlik ve kesme özellikleri sahip çeliktir. Hafif yapılar, makine ve teçhizat için artan yükleri ve taşıtlarda düşük yakıt tüketimi, gibi avantajlara sahiptir. Çevreye duyarlı ve geri dönüşüme kazandırılır. Yüzey kalitesi ve boyutu, geometrik olarak şekillendirilme özelliğine sahip çeliktir. S700 çeliğinin kaynak edilebilirliği mükemmeldir. Tüm ergitme ve katı hal kaynak yöntemlerinde üstün bir birleşme sağlar. Normal koşullar altında ön ısıtmaya gerek yoktur. Oluşan ITAB daha dardır ve yüksek bağlanma mukavemeti sağlar. Kaynak çizgisinin hemen bitişiğinde yumuşama eğilimi gereksiz yere yüksek ısı girdilerinden kaçınarak sınırlandırılabilir. Kaynak sırasında. Yüksek ısı girdisinin gerekli olduğu durumlara da daha düşük gerilmeler görülür. Böylece, kaynakların yapı üzerindeki etkisi en aza indirilir. Birleşen kaynak malzemelerinde yüksek mukavemete ihtiyaç duyulduğunda önerilir.

Kimyasal Bileşimi (%)	C	Cr	Mo	W	Co	V
	1,2 - 1,35	3,8 - 4,5	3,2 - 3,9	9,0 - 10,0	9,5 - 10,5	3,0 - 3,5

Çizelge 1.2 : S700 çelik malzeme kimyasal bileşenleri

2.2.3. ER 110S-G kaynak teli;

MIG telinin kimyasal bileşimi, yüksek mukavemetli çeliklerin kaynağında kullanılan bir türdür. Genellikle ER 110 SG olarak adlandırılır ve bu tür çeliklerde kullanılan kaynak işlemlerinde tercih edilir. Telin bileşimi, çeliğin özelliklerini belirleyen temel unsurları içerir. Bu telin bileşimi, karbon (C), krom (Cr), manganez (Mn), silikon (Si), nikel (Ni), bakır (Cu) ve molibden (Mo) gibi elementleri içerir. Bu elementlerin bir araya gelmesi, çeliğin belirli bir mukavemet seviyesine, akma dayanımına ve ince taneli bir yapıya sahip olmasını sağlar. Özellikle yüksek mukavemetli çeliklerin kaynağında kullanılan bu tür tel, genellikle ER 110 SG standardı altında sınıflandırılır ve minimum 690 N/mm²'lik bir akma dayanımına sahiptir. Bu, kaynaklanan çelik bağlantılarının yüksek dayanıklılık ve mukavemet sergilemesini sağlar. Bu özellikler, endüstriyel uygulamalarda yüksek mukavemetli çeliklerin kaynağında tercih edilen telin, çeliklerin istenilen dayanıklılık ve yapısal özelliklerini korumasına yardımcı olur.

Akma Dayanımı (N/mm ²)	Çekme Dayanımı (N/mm ²)	Çentik Darbe Dayanımı (ISO V/-30°C)	Uzama (Lo=5do) (%)
Min. 690	Min. 760	Min. 47 J	19

Çizelge 1.3 : ER 110S-G kaynak teli özellikleri

2.1.4. Robot Sistemleri

Robotlar, kaynak, paletleme, sıcak dövme, montaj, boyama ve döküm yaparak biçimlendirme hatlarında aktif olarak yer edinmektedir. Robot sistemi kullanılarak elde edilen kaynak düşünüldüğünde, sistemler sarf kaynak tellerinin yaklaşık 1.5 kat tekrar edilebilir hassasiyete sahip kaliteli iş parçaları elde edilmesini sağlar. Kullanılacak robot düzeneği belirlenirken ilk adım olarak kaynak prosesinin ve sistem ekipmanlarının doğru olarak tanınması ve ona göre seçilmesidir. Seçilen kaynak prosesi, kaynağın dikiş formundan, üretim hızına ve doğrudan da parça kalitesine etki edecektir.



Görsel 1.0 : Kaynak robot sistemleri

2.3. Numunelerin Gruplandırılması

Bu numunelere ait kodlama işleminde; 2 şer adet Hardox450 ve S700 sac plaka olarak birbirleri ile köşe kaynağı yapılması sonucu 2 adet numune para olmuştur. Bu numuneler H1, H2 adlandırılmıştır. Plazma kesim tezgahında istenilen boyutlarda kesilmesi Görsel1.0 da gösterilmiştir.



Görsel 1.1 : Hardox450 ve S700 sac plakaların plazma kesim tezgahında kesilmesi.

2.4. Talaşlı İşlem :

Plazma kesim tezgahında ölçülerine getirilen sac Hardox450 çeliği sac S700 çeliği talaşlı işlem uygulanarak boy kısımlarından 45° lik kaynak ağzı açıklığı verilmiştir. Kaynak ağzı açma işlemi Görsel1.2 de gösterilmiştir.





Görsel 1.2. Kaynak ağızı açılmış sac malzemeler

2.5. Kaynaklı İşlem

Kaynak ağızı açma işleminden daha sonra temizlikleri yapılarak 2 şer adet plaka kaynak robotu ile birleştirme için H1 ve H2 kodlarıyla grublandırılarak robotlu sistem sabitlenmiştir. Tablo 1.0 da belirtilen kaynak parametreleri kullanılmıştır.

Tanım	Kaynak Parametresi
Kaynak teli cinsi	ER110 SG Masif (Aristorod 69)
Kaynak teli çapı	1.20 mm
Koruyucu gaz cinsi	HB212
Gaz debisi	12 Lt/dk
Kök paso kaynak gerilimi	18 Volt
Kök paso kaynak amperi	175 Amper
Kök paso tel iletime hızı	26 cm/dk
Kök paso serbest tel uzunluğu	5,7 mm
Tampon kaynak gerilimi	21 Volt
Tampon kaynak amperi	226 Amper
Tampon tel iletime hızı	18cm/dk
Tampon serbest tel uzunluğu	5,7 mm

Çizelge 1.4.Kaynak parametreleri

Numuneler plakalarda tüm kaynak işlemlerinde, kaynak torç açısı 90° lik hale getirilerek itme yönünde kaynak işlemi uygulanarak Frekansı 1.5 Hz olan, 7 mm sağ-sol salınımı ile kaynak işlemi yapılmıştır. Görsel 1.2. de parçaların robotik kaynak uygulaması görülmektedir.



Görsel 1.2. Hardox450 ve S700 parçaların robotik kaynağı

3.DENEYSEL SONUÇLAR

Kaynak işlemi için ikişerli gruplar halinde toplam altı plakanın robotik kaynak tezgahına yerleştirildiği anlatılıyor. Bu işlem şu şekilde yürütülmüştür:

1. Kaynak ağızları açma işlemi: Plakaların kaynak ağızları açılmıştır. Bu, kaynak yapılacak bölümlerin hazırlanmasını içerir.
2. Temizlik
3. Plakaların sabitlenmesi işlemi sonrası, tüm plakalarda tekrardan ayarlanması suretiyle, robot sistemi üzerinden başlangıç ve bitiş noktaları belirlenerek, kaynak sistemine kumanda ile işlendi.

Bu çalışmada, seri imalat yöntemlerine uygun olarak, çelik sektöründe aşınma dayanımı ve yüksek mukavim özelliklere sahipliğiyle bilinen Hardox450 çeliği ve s700, robotik kaynak yöntemiyle masif tel kullanılarak birleştirilmeye çalışılmış, gerekli mekanik testler yapılarak ta, yöntemin verimliliği ve avantajları saptanmaya çalışılmıştır.

8 mm Hordox450 çelik malzeme ile 4 mm s700 çelik malzeme kaynağı yapılarak 23° sıcaklıkta QNESS Vickers Sertlik Ölçüm cihazı ile vicker sertlik değerlerinin ölçümü yapılmıştır.



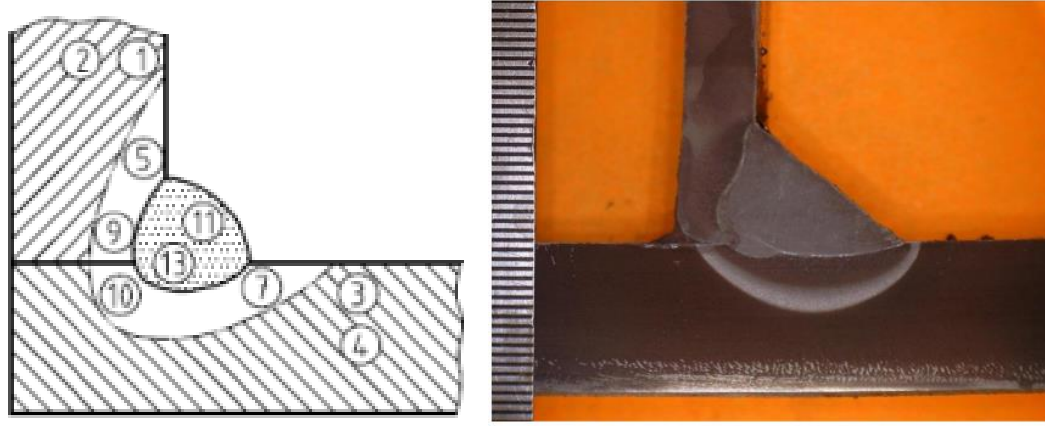
Görsel 1.3. S700 çeliğinin ve Hardox 450 çeliklerinin, robotik kaynak teknolojisiyle kaynaklı numuneleri.

Sertlik Test Raporu Hardness Test Report

Malzeme / Sınıfı Material / Grade	: HARDOX450-S700	
Çap / Et Kalınlığı Diameter / Thickness	: t1:4mm t2:8mm	Ölçüm Belirsizliği : $\pm \%0,62$ Measurement uncertainty
Test Metodu Test Method	: VICKERS-10	Numune Sayısı : 1 ADET Number Of Specimen
Test Sıcaklığı Temperature	: 23°	Test Cihazının Kimliği : VICKERS HV 10 ID number
Standart Standard	: TS EN ISO 9015-1	Değerlendirme kriteri : N/A Acceptance criteria

Sonuçlar Results

	BÖLGE	İZ POZİSYONU	SERTLİK DEĞERİ			
ANA MALZEME	ET KİLENMEMİŞ BÖLGE	1	ESAS METAL 1 – YÜZEY – ÜST	268,00	265,00	259,00
		2	ESAS METAL 1 – MERKEZ	254,50	258,00	261,00
		3	ESAS METAL 2 – YÜZEY – ÜST	304,50	301,00	298,00
		4	ESAS METAL 2 – MERKEZ	296,00	294,50	291,00
		15	ESAS METAL 1 – YÜZEY – ALT	-	-	-
		16	ESAS METAL 2 – YÜZEY – ALT	-	-	-
	ITAB	5	ESAS METAL 1 - ITAB – ÜST	274,50	271,00	268,00
		6	ESAS METAL 1 - ITAB – ALT	-	-	-
		7	ESAS METAL 2 - ITAB – ÜST	287,50	284,00	281,00
		8	ESAS METAL 2 - ITAB – ALT	-	-	-
KAYNAK METALİ		9	ESAS METAL 1 - ITAB – KÖK	281,00	279,00	276,50
		10	ESAS METAL 2 - ITAB – KÖK	311,50	314,00	316,00
		11	KAYNAK BÖLGESİ – SON PASO - ÜST	245,00	241,50	243,00
		12	KAYNAK BÖLGESİ – SON PASO - ALT	-	-	-
		13	KAYNAK BÖLGESİ – KÖK PASO	240,00	238,50	236,00
		14	KAYNAK BÖLGESİ – KÖK PASO - İÇ	-	-	-



Çizelge 2.0. Sertlik Test Raporu

Bu çalışmada 8 mm Hordox450 çelik malzeme ile 4 mm s700 çelik malzeme kaynağı yapılarak 23° sıcaklıkta QNESS Q 10M Otomatik Vickers Sertlik Ölçüm cihazı ile vicker sertlik değerlerinin ölçümü yapılmıştır. Sertlik ölçme testi/deneyi ile bir malzemenin yüzeyine bastırılan daha sert başka bir malzemeye karşı gösterdiği direnç ölçülür.

Sertliği ölçülecek malzeme yüzeyine tabanı kare olan piramit şeklindeki bir ucun belirli bir yük altında batırılması ve yük kaldırıldıktan sonra meydana gelen izin köşegenlerinin ölçülmesinden ibarettir.

Ölçüm neticesinde etkilenmemiş bölge;

			BÖLGE	İZ POZİSYONU	SERTLİK DEĞERİ		
	ANA MALZEME	ETKİLENMEMİŞ BÖLGE	1	ESAS METAL 1 – YÜZEY – ÜST	268,00	265,00	259,00
			2	ESAS METAL 1 – MERKEZ	254,50	258,00	261,00
			3	ESAS METAL 2 - YÜZEY - ÜST	304,50	301,00	298,00
			4	ESAS METAL 2 - MERKEZ	296,00	294,50	291,00

Çizelge 2.1. Etkilenmemiş Bölge Sertlik Test Raporu

Kaynak öncesi ve sonrasında 1.bölge , 2.bölge,3. bölge ve 4. Bölgelerde kaynaktan dolayı sertleşme olmamıştır. Bunun neticesinde kaynaktan dolayı ana malzemede değişkenlik ve kırılganlık mevcut değildir.

ITAP bölgesi;

Bugünün kaynak tekniklerinde, işlem esnasında malzeme üzerindeki sıcaklık değişimleri son derece kritik bir rol oynar. Kaynak sürecinde malzeme içindeki sıcaklık dağılımı, istenilen kalitede bir kaynak birleştirmesi elde etmek için önceden planlanması gereken bir unsurdur. Bu, kaynak esnasında oluşabilecek sıcaklık farklılıklarının neden olabileceği olası problemleri öngörerek, üretim aşamasında

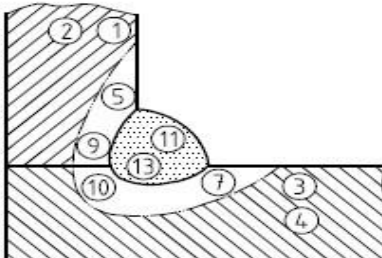
karşılaşılabilecek sorunları azaltmak için hayati önem taşır. Bu sayede, işin kalitesini artırmak ve aynı zamanda zaman ile maliyetten tasarruf etmek mümkün olabilir.

Ana malzemenin termal yayını büyük bir rol oynar - yayını yüksekse, malzeme soğuma hızı yüksektir ve ITAB nispeten küçüktür. Alternatif olarak, düşük bir yayını doğal olarak daha yavaş soğumaya ve daha büyük bir ITAB'a yol açar.

Kaynak işlemi esnasında oluşan erime bölgesi, kaynak işleminin karmaşıklığını ve malzemenin özelliklerindeki değişiklikleri anlamak için önemlidir. Kaynak bölgesindeki bileşim ve mikroyapı, işlem sırasında uygulanan ısı, soğuma hızı, kaynak elektrodu ve esas metalin özellikleri gibi faktörlere bağlı olarak değişir.

Kaynak bölgesinde oluşan erime çizgisi, kaynak işlemi sırasında malzemenin eriyip yeniden katılaşması sonucunda meydana gelir. Bu bölgede, esas metal ve ek kaynak metalinin karışımı olduğu için bileşimde farklılıklar görülür. Kaynak işlemi boyunca uygulanan sıcaklık, malzemenin kimyasal yapısını da etkileyebilir; bu da kaynak bölgesindeki mikroyapının homojenliğini etkileyebilir.

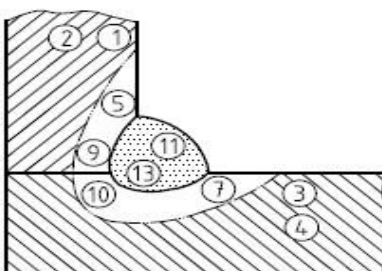
Kaynak bölgesinin atmosferden korunması, alaşım elementlerinin yanma kaybını azaltabilir ve daha homojen bir erime bölgesi elde edilmesine yardımcı olabilir. Bu, kaynak işleminin kalitesini ve son ürünün özelliklerini belirlemede önemli bir faktördür.

	ANA MALZEME	ITAB	BÖLGE	İZ POZİSYONU	SERTLİK DEĞERİ		
			5	ESAS METAL 1 - ITAB - ÜST	274,5	271	268
			7	ESAS METAL 2 - ITAB - ÜST	287,5	284	281
			9	ESAS METAL 1 - ITAB - KÖK	281	279	276,5
			10	ESAS METAL 2 - ITAB - KÖK	311,5	314	316

Çizelge 2.2. ITAB Bölge Sertlik Test Raporu

Tabloda görüldüğü gibi 5. ,7. ,9. , 10., bölgelerde ITAB oluşmuştur. S700 malzemede 254 ile 268 vicker sertliğinde olan bilgiler ITAB sonucunda 268 ile 281 vicker sertliğine gelmiştir. Hardox350 malzemede ise 296 ile 304 vickers sertlikte olan malzeme ITAB sonucu 281 ile 316 vicker sertliğine gelmiştir. ITAP oluşan bölgede malzeme özelliklerinde herhangi bir bozulma olmamıştır.

Kaynak Bölgesi (Erime Bölgesi)

	ANA MALZEME	KAYNAK BÖLGESİ	BÖLGE	İZ POZİSYONU	SERTLİK DEĞERİ		
			11	KAYNAK BÖLGESİ – SON PASO - ÜST	245,00	241,50	243,00
			13	KAYNAK BÖLGESİ – KÖK PASO	240	238,5	236,00

Çizelge 2.2. Kaynak Bölgesi Sertlik Test Raporu

Kaynak bölgesindeki mikroyapının ve bileşiminin belirlenmesi, genellikle metallografik incelemelerle yapılır. Bu incelemeler, optik mikroskop veya taramalı elektron mikroskobu gibi araçlar kullanılarak yapılabilir ve malzemenin yapısını detaylı bir şekilde ortaya koyabilir.

Bu bilgiler, kaynak işleminin karmaşıklığını ve malzeme bilimindeki detayları göstermektedir. Her bir kaynak işlemi ve kullanılan malzeme, bu süreçteki değişiklikleri etkileyebilir ve son ürünün özelliklerini belirler.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

- Hardox450 çeliği için, rutil ve bazik tip özlü tellerin çekme ve akma dayanımlarında düşünüldüğü gibi, beklentileri karşılayamayacağı, bunun yerine yüksek dayanıma sahip özellikteki kaynak tellerinin, kullanılabileceği önerilir.
- Kaynak işlemi sırasında, düşük sıçrama ve çapak isteniyorsa, saf karbondioksit gazı yerine, karbondioksit ve argon karışımı gazların kullanılması önerilir.
- Hardox malzemelerin üzerindeki çinko astar her ne kadar kaynak işlemini etkilemese de, parçaların en ufak hatayı kaldıramayacak ve özel konumlarda kullanılacak olması halinde, birleştirmelerin hatasız ve emniyetli olması bakımından, bu astarın yüzeyden kaldırılması önerilir.
- Birden fazla paso uygulanması durumunda, özlü tel kullanımları sonrası kaynak dikişi üzerinde kalan kabuk kısımlarının, flap ile iyi bir şekilde temizlenmesi önerilir.
- Pasolar arası geçiş sıcaklıklarının kontrol edilmesi faydalı olacaktır.
- Özlü tel kullanımlarında, zirkonyum esaslı akım memesi kullanılması halinde daha yüksek akımlarda çalışıldığı göz önüne alınırsa, daha uzun ömürlü ve yüksek iletim sağlayacağından, zirkonyum esaslı akım memesi kullanılması önerilir.
- Kaynak parçalarında, burulma, çarpılma gibi durumların yaşanmaması için, parçaların tezgah üzerine sabitlenmesi önerilir.
- Kaynak öncesi ön tav yapılması, kaynak yüzeyinde bağlantının daha homojen olmasını sağlayacaktır. Bundan dolayı, kaynak öncesi ön tav süresi olabildiğince uzun tutulması önerilir.
- Kaynak ağzı hazırlığında, 45° açıdan daha küçük olacak şekilde, en düşük 30° lik değerlere yakın açıda kaynak işlemi yapılması halinde, kaynak dikişini daha mukavim yapıda olması sağlanabilir. Bundan dolayı mümkün olduğunca dar açıda, kaynak ağzı hazırlığı yapılması önerilir.
- Sinerjik robot kaynağı uygulaması ile, saf karbondioksit gazı kullanımı dahil çok az seviyede çapak ve sıçrantı olduğu görüldü. Bu durumda özellikle özlü tel kullanımlarında maliyeti düşürmek için saf karbondioksit gazı kullanılmasında sakınca olmayacaktır.
- Robot sistemleri ile özlü tellerde, daha seri ve daha verimli kaynak elde edilebileceği görüldü. Bu sayede bazı üretimlerde Pozisyoner kullanmak yerine, özlü tel kullanılmasıyla, pozisyon kaynağını rahatça yapmak mümkün hale gelmektedir.
- Sertlik testi sonuçlarına göre, ısı girdisi CO₂ gazı kullanımı ile birlikte artmakta olup, buna oranla da ITAB da bariz sertlik düşüşleri görülmüştür.
- Gaz karışım oranı artışı ile kaynak dikiş görüntüsü daha parlak ve daha az sıçrantılı bir görüntü vermektedir.
- Çekme testlerine göre, bazik özlü tel kullanımı çekme ve akma dayanımı değerlerini net bir şekilde arttırmaktadır.
- Makro yapı görüntülerinde, CO₂ ile birlikte bazik özlü tel kullanılmış numune de en iyi kök nüfuziyeti elde edildiği görüldü. Bu durum, CO₂ gazının kaynak metalini diğer karışım gaza göre

daha derinlere götürebilmesine ve de bazik özlü telin yayınma kabiliyetinin daha fazla olmasına bağlı olabilir.

- Çentik – darbe dayanımı testlerine göre ise, bazik özlü tel ile birlikte CO₂ gazı beraberinde en iyi çentik sonuçları elde edilmiştir.
- Mikro yapı görüntüleri incelendiğinde, ısı tesiri altında kalan bölgenin ağırlıklı iri taneli ostenit yapıda olduğu görüldü. Bu yapı sertlik ile de doğru orantılı sonuçlar verdi.

KAYNAKÇA :

- Prof. Dr. İ. Barlas ERYÜREK, İTÜ Makine Fakültesi, Makina Malzeme ve İmalat Teknolojisi Anabilim Dalı Başkanı. “Gaz Altı Ark Kaynağı”, ASKAYNAK Kaynak Tekniği Sanayi ve Ticaret A.Ş Yayınları 2007.
- MEGEB, Metal Teknolojisi, “MIG Kaynağı”, Ankara, 2006.
- Gülsöz,A. “Özlü Tel Elektrotların Önemi ve Kaynak Özellikleri” TMMOB Makine
- Mühendisleri Odası, Yayın No:488, sayfa 35 – 40.
- Gökhan Vargın GÖK, Çağatay AFYON, “Kaynak Uygulamalarında Robot Teknolojisi”,
- Kaynak Teknolojisi II. Ulusal Kongresi, Sayfa : 221 – 230.
- Burhan OĞUZ, “Özlü Tel Elektrotla Birleştirme ve Dolgu Kaynakları”, Kaynak Bilimi, OERLİKON YAYINI, 1988, Sayı:3.
- Burhan OĞUZ, “Özlü Tel Elektrotlar”, Ark Kaynağı, OERLİKON YAYINI, 1989.
- Müh. Muharrem ASARKAYA, İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, “Tersanelerde Uygulanan ve Uygulanabilecek Kaynak Yöntemleri”, Gemi Mühendisliği ve Sanayimiz Sempozyumu, 24-25 Aralık 2004.
- Burhan OĞUZ, “Kaynak Ağızlarının Hazırlanması”, Ark Kaynağı El Kitabı, OERLİKON YAYINI, 1975.
- Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Özel Sayı , 34, S.354-359, Mart 2022 Araştırma Makalesi
- SSAB. Swedish Steel Çelik Dış Ticaret Ltd. Şti. “Hardox ve Weldox Saçların Kaynak Edilmesi”, <https://www.ssab.com.tr/products/brands/hardox>.
- Howard B. Cary, “Modern Welding Technology”, 4th Edition, 1998.
- <http://www.habas.com.tr/Category/Alias/oksi-asetilen-kaynagi>
- <https://www.millerwelds.com/resources/article-library/the-history-of-welding>
- http://www.lindegaz.com.tr/tr/products_and_supply/
<https://malzemebilimi.net/har>

PERFORMANCE RANKING OF SALES AND MARKETING EXPERTS IN A COMPANY USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Associate Professor, Seher ARSLANKAYA

Sakarya University, aseher@sakarya.edu.tr 0000-0001-6023-2901

ABSTRACT

Since the plastics industry in Turkey has a high product range in volume and weight but low in value, a large part of the cost consists of logistics costs. Therefore, the more products customers buy, the lower the price per unit will be. This study applied the data envelopment method in a company producing plastics. When the sales reports in this business were examined, it was determined that the income per customer decreased. Accordingly, a Data Envelopment Analysis study was conducted to measure employees' sales and marketing department productivity and rank their performances. It was estimated to what extent the number of customer data selected as input was converted into output (sales amount and variety of products sold). In the study conducted on five people, a linear programming model of the information was first established. According to the results, it was determined that the adequate employee number 4 was the employee with the fewest customers. She would make more sales if she had more customers than the employee with the most customers. Other people were ranked according to the performance of the active employee; the highest effectiveness level was 42%, and the lowest effectiveness level was defined as 11%.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Performance ranking, Activity level, Efficiency

1. Introduction

Data Envelopment Analysis is a linear programming-based, non-parametric method created to measure the relative effectiveness of decision-making units that produce outputs using specific inputs (inputs and outputs must be the same type) by comparing them against each other.

This technique is called Data Envelopment Analysis because the efficiency frontier passes through at least one point in the production possibilities set, and all remaining points are on or below this limit. Because mathematically speaking, such a boundary is said to enclose these points. (Demir, 2013).

2. Material and method

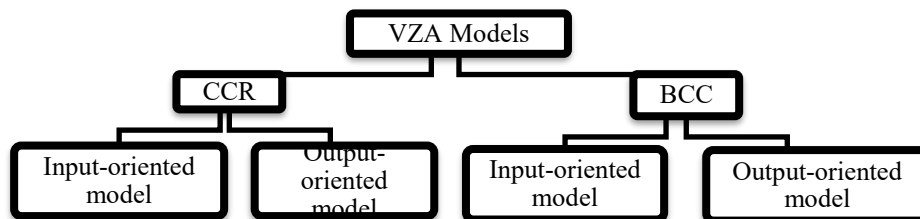
Decision-making units are first selected when applying data envelopment analysis, and then inputs and outputs are selected. In the third stage, model selection is made; in the fourth stage, relative effectiveness is measured, and results are evaluated (Demir, 2013).

2.1. Data Envelopment Analysis Models

Data Envelopment Analysis is an improved version of the linear programming method. For this reason, it has all the features of the linear programming model. Data Envelopment Analysis can be used by-directionally-directionally for input and output (Sari,2015).

The Charles Charles Cooper Rhodes Model (CCR) will be used in this study.

Figure 1. Data Envelopment Analysis Models (Üstündağ, 2009).



Charnes Cooper Rhodes Modeli (CCR)

This model shows the efficiency frontier by a line starting from the origin and passing through the active decision-making units. The CCR model can be examined in two ways: input and output.

Table 1. CCR Formulation for Input and Output Source: Demir, 2013

CCR primary formulation for input	CCR primary formulation for output
Objective Function $\max e_0 = \sum_{r=1}^s (u_r y_{r0})$ Restricts $\sum_{r=1}^s (u_r y_{rj}) - \sum_{i=1}^m (v_i x_{ij}) \leq 0$ $\sum_{i=1}^m (v_i x_{i0}) = 1$ $u_r, v_i \geq 0; j = 1, \dots, n$ $r=1, \dots, s \quad i=1, \dots, m$ n: Number of decision units $j=1, 2, \dots, n$ s: Number of outputs $r=1, 2, \dots, s$ m: Number of input $i=1, 2, \dots, m$ u_r: 0. by the decision unit. weight value is given to output v_i: 0. by the decision unit. weight value is given to input x_{i0}: 0. by the decision unit. weight value is assigned to the output y_{r0}: 0. by the decision unit. weight value is assigned to the input x_{ij}: j Used by the decision unit i. input amount y_{rj}: j. Used by the decision unit i. output amount	Objective Function $\min e_0 = \sum_{i=1}^m (v_i x_{i0})$ Restricts $\sum_{i=1}^m (v_i x_{ij}) - \sum_{r=1}^s (u_r y_{rj}) \geq 0$ $\sum_{r=1}^s (u_r y_{r0}) = 1$ $u_r, v_i \geq 0; j = 1, \dots, n$ $r=1, \dots, s \quad i=1, \dots, m$ n: Number of decision units $j=1, 2, \dots, n$ s: Number of outputs $r=1, 2, \dots, s$ m: Number of input $i=1, 2, \dots, m$ u_r: 0. by the decision unit. weight value is given to output v_i: 0. by the decision unit. weight value is given to input x_{i0}: 0. by the decision unit. weight value is assigned to the output y_{r0}: 0. by the decision unit. weight value is assigned to the input x_{ij}: j. Used by the decision unit i. input amount y_{rj}: j. Used by the decision unit i. output amount

If a decision maker wants to decide the effectiveness of decision points using the CCR method, he should apply the abovementioned model to all decision points. When the established model is solved for each decision point, total efficiency measures will be obtained for each decision point.

In the input-oriented CCR model, where θ is the efficiency score,

The fact that $\theta^* = 1$ and the residuals are zero indicates that this decision-making unit is effective.

$\theta^* < 1$ suggests that this decision-making unit is not practical.

In the output-oriented CCR model,

The fact that $\theta^* = 1$ and the residuals are zero indicates that this decision-making unit is effective.

$\theta^* > 1$ indicates that this decision-making unit is ineffective (Sarı, 2015).

3. Performance Ranking of Sales and Marketing Experts

Five sales and marketing experts are working in a business selling plastic household products. Each employee's customers and monthly sales figures are recorded in the company's SAP system. When weekly reports were examined, it was determined that the revenue per customer decreased. Based on this data, it aims to find out which employee has the most impact on low income, measure the employees' productivity in the sales and marketing team, and rank their performance. The main stages followed in applying the Data Envelopment Analysis method are given in Table 2.

Table 2. Solution Stages of the Problem

Stages	Stage
1	Selection of Decision Making Units
2	Selection of Inputs and Outputs
3	Selection of Model
4	Measurement of Relative Effectiveness
5	Evaluation of Results

An input-oriented CCR model, one of the data envelopment analysis techniques, will be used. The solution methods of the problem and the program to be used are given in Table 3.

Table 3. Problem Solution Methods

Solution Stages	Method	Program Used
1	1 Linear Programming	Manual solution
2	2 Input-oriented CCR model	EXCEL- Solver add-in

Data envelopment analysis is the primary data analysis technique used to evaluate cross-unit activities. The effectiveness performance of 5 employees will be determined using this method.

1. Selection of Decision-Making Units: Five different employees working in the sales and marketing department, who were similar in terms of the inputs they used and the outputs they produced, were selected as the decision-making unit. Employees' sales amount, variety of products sold, and number of customers in 2019 were used. A systematic approach, one of the decision-making unit selection techniques, has been applied, and according to this approach, the number of inputs = 1 and the number of outputs = 2;

Based on the formula $2+1+1=4$, the number of decision-making units should be at least 4. Since it complies with the formulation, the study will give a safe result.

2. Selection of Inputs and Outputs: Inputs and outputs that are thought to impact sales performance have been identified. The input variable was the number of customers, and the output variable was the sales amount and the variety of products sold. Output variables were taken as the average of 12 months of data. The number of employees' customers as input variables is given in Table 4. As an output variable, the product variety data sold by the employees for 2019 is shown in Table 5.

Table 4 Number of Customers

Employee number	1	2	3	4	5
The number of customers	177	649	15	131	368

Employees	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December

1	46	48	45	51	52	54	38	57	61	58	51	60
2	64	69	70	78	82	60	74	86	45	65	69	76
3	50	56	51	64	65	67	73	76	71	74	75	68
4	71	75	63	84	57	76	70	80	74	75	76	78
5	66	80	75	66	74	75	62	76	72	70	68	65

Table 5. Diversity of Products Sold

3. *Selection of Model:* An input-oriented model should be used in sales transactions in the plastics industry, as input control is more accessible. The aim is to obtain maximum output with minimum input. Constant returns to scale mean that the results will increase at the same rate as inputs increase. The original model that accepts stable returns to scale in Data Envelopment Analysis (Behdioğlu and Özcan, 2009; Özden, 2009) is the CCR model. The problem will be solved using the Input-oriented CCR model. The input and output data to be used are given in Table 6. Output data was obtained by averaging over 12 months.

Table 6. Data to be used in the Problem

Decision Making Unit	Input	Output 1	Output 2
Sales Marketing Experts	Customer Quantity	Monthly Average Sales	Average variety of products sold
1	177	4.278.916,67₺	70
2	649	2.166.083,33₺	70
3	15	436.916,67 ₺	66
4	131	1.603.908,33 ₺	73
5	368	1.971.583,33₺	52

4. *Measurement of Relative Effectiveness:* The measurement of relative effectiveness consists of 2 stages.

a-Establishing the Linear Programming Model: A separate linear programming model has been established for each employee. The objective function and constraints are clearly stated in the model.

For employee number 1;

Amaç fonk=Max 1971583,33*u1+52*u2

Restrictions

368u-4278916,67v1-70v2 ≤ 0

649u-2166083,33-70v2 ≤ 0

15u-439916,67v1-66v2 ≤ 0

131u-1603908,33v1-70v2 ≤ 0

177u-1971583,33v1-52v2 ≤ 0

u1,u2,v1,v2 ≥ 0

For employee number 2;

Amaç fonk=Max 2166083,33*u1+70*u2

Restrictions

368u-4278916,67v1-70v2 ≤ 0

649u-2166083,33-70v2 ≤ 0

15u-439916,67v1-66v2 ≤ 0

131u-1603908,33v1-70v2 ≤ 0

177u-1971583,33v1-52v2 ≤ 0

u1,u2,v1,v2 ≥ 0

For employee number 3;

Objective func=Max 439916,67*u1+66*u2

Restrictions

368u-4278916,67v1-70v2 ≤ 0

649u-2166083,33-70v2 ≤ 0

15u-439916,67v1-66v2 ≤ 0

131u-1603908,33v1-70v2 ≤ 0

177u-1971583,33v1-52v2 ≤ 0

u1,u2,v1,v2 ≥ 0

for employee number 4;

Objective func= max 1603908,33*u1+70*u2

Restrictions

368u-4278916,67v1-70v2 ≤ 0

649u-2166083,33-70v2 ≤ 0

15u-439916,67v1-66v2 ≤ 0

131u-1603908,33v1-70v2 ≤ 0

177u-1971583,33v1-52v2 ≤ 0

u1,u2,v1,v2 ≥ 0

For employee number 5;

Objective func= maks $4278916,67 \cdot u_1 + 70 \cdot u_2$

Restrictions

$368u - 4278916,67v_1 - 70v_2 \leq 0$

$649u - 2166083,33 - 70v_2 \leq 0$

$15u - 439916,67v_1 - 66v_2 \leq 0$

$131u - 1603908,33v_1 - 70v_2 \leq 0$

$177u - 1971583,33v_1 - 52v_2 \leq 0$

$u_1, u_2, v_1, v_2 \geq 0$

b. *Excel-SOLVER Solution:* The linear programming model was solved using the SOLVER add-in of Excel. It is calculated separately for each employee. The results obtained for each employee are tabulated below. The input/output weights for decision unit number 1 and the calculations made with these weights are given in Table 7.

Table 7. Decision Unit Number 1 Weighted Calculations

Decision unit	Input	Outputs		Weighted Calculations		
Sales Marketing Experts	Amount of Customers	Monthly Average Sales	Diversity of Products Sold Average	Output	Input	Difference
1	177	4.278.916 ₺	70	0,8299	2,0790	-1,249
2	649	2.166.083 ₺	70	0,4201	3,6666	-3,246
3	15	436.916 ₺	66	0,0847	0,0847	0
4	131	1.603.908 ₺	73	0,3110	0,7401	-0,429
5	368	1.971.583 ₺	52	0,3824	1	-0,617
	g1	ç1	ç2			
Weights	0,005649718	1,94E-07	0			

The number of output units obtained for one unit of input for decision unit number 1 and the efficiency ratio are given in Table 8.

Table 8. Decision unit No. 1 results

Result table	
Sales Marketing Specialist No.	1
Output	0,382
Input	1
Percent effectiveness	38%

The input/output weights for decision unit number 2 and the calculations made with these weights are given in Table 9.

Table 9. Decision unit number 2 weighted calculations

Decision unit	Input	Outputs		Weighted Calculations		
Sales Marketing Experts	Amount of Customers	Monthly Average Sales	Diversity of Products Sold Average	Output	Input	Difference
1	368	4.278.916 ₺	70	0,2263	0,5670	-0,340
2	649	2.166.083 ₺	70	0,1145	1	-0,885
3	15	436.916 ₺	66	0,0231	0,0231	0
4	131	1.603.908 ₺	73	0,0848	0,2018	-0,117
5	177	1.971.583 ₺	52	0,1042	0,2727	-0,168
	g1	ç1	ç2			
Weights	0,0015408	5,29E-08	0			

The number of output units obtained for one unit of input for decision unit number 2 and the efficiency ratio are given in Table 10.

Table 10. Decision Unit No. 2 Results

Result table	
Sales Marketing Specialist No.	2
Output	0,114
Input	1
Percent effectiveness	11%

Input/output weights for decision unit number 3 and the calculations made with these weights are given in Table 11.

Table 11. Decision Unit Number 3 Weighted Calculations

Decision unit	Input	Outputs		Weighted Calculations		
Sales Marketing Experts	Amount of Customers	Monthly Average Sales	Diversity of Products Sold Average	Sales Marketing Experts	Amount of Customers	Monthly Average Sales
1	368	4.278.916 ₺	70	9,7934	24,533	-14,73
2	649	2.166.083 ₺	70	4,9576	43,266	-38,3
3	15	436.916 ₺	66	1	1	0
4	131	1.603.908 ₺	73	3,6709	8,7333	-5,062
5	177	1.971.583 ₺	52	4,5124	11,8	-7,287
	g1	ç1	ç2			
Weights	0,066666667	2,29E-06	0			

Input/output weights for decision unit number 3 and the calculations made with these weights are given in Table 12.

Table 12. Decision unit number 3 weighted calculations

Result table	
Sales Marketing Specialist No.	3
Output	1
Input	1
Percent effectiveness	100%

Input/output weights for decision unit number 4 and the calculations made with these weights are given in Table 13.

Table 13. Decision Unit Number 4 Weighted Calculations

Decision unit	Input	Outputs		Weighted Calculations		
Sales Marketing Experts	Amount of Customers	Monthly Average Sales	Diversity of Products Sold Average	Sales Marketing Experts	Amount of Customers	Monthly Average Sales
1	177	4.278.916 ₺	70	1,1213	2,809	-1,687
2	649	2.166.083 ₺	70	0,5676	4,9541	-4,386
3	15	436.916 ₺	66	0,1145	0,1145	0
4	131	1.603.908 ₺	73	0,4203	1	-0,579
5	368	1.971.583 ₺	52	0,5166	1,3511	-0,834
	g1	ç1	ç2			
Weights	0,007633588	2,62E-07	0			

The number of output units obtained for one unit of input for decision unit number 4 and the efficiency ratio are given in Table 14.

Table 14. Decision Unit Number 4 Results

Result table

Sales Marketing Specialist No.	4
Output	0,410
Input	1
Percent effectiveness	41%

The number of output units obtained for one unit of input for decision unit number 5 and the efficiency ratio are given in Table 1.

Table 15. Weighted calculations for decision unit number 5

Decision unit	Input	Outputs		Weighted Calculations		
Sales Marketing Experts	Amount of Customers	Monthly Average Sales	Diversity of Products Sold Average	Sales Marketing Experts	Amount of Customers	Monthly Average Sales
1	177	4.278.916 ₺	70	0,3991	1	-0,600
2	649	2.166.083 ₺	70	0,2020	1,7635	-1,561
3	15	436.916 ₺	66	0,0407	0,0407	0
4	131	1.603.908 ₺	73	0,1496	0,3559	-0,206
5	368	1.971.583 ₺	52	0,1839	0,4809	-0,297
	g1	ç1	ç2			
Weights	0,002717391	9,33E-08	0			

The number of units of output obtained for one unit of input for decision unit number 5 and the efficiency ratio are given in table 16.

Table 16. Decision Unit No. 1 Results

Result table	
Sales Marketing Specialist No.	5
Output	0,399
Input	1
Percent effectiveness	40%

5. Evaluation of Results: The results obtained from the analysis are shown in Table 17. When this table is examined, It can be seen that employee number 3 is at the efficiency limit with an efficiency score of 100%. Therefore, he is effective. It is seen that employees 1, 2, 4, and 5 are inactive. Among the ineffective employees, number 4 was closest to number 3, with an effectiveness score of 42%. Employee number 2 had the lowest performance, with an effectiveness score of 11%.

Table 17 Effectiveness Score and Percent Effectiveness

Sales marketing specialist no	Effectiveness score	Percent effectiveness
1	0,382	%38
2	0,114	%11
3	1	%100
4	0,410	%41
5	0,399	%39

4. Conclusion

Data envelopment analysis is an efficiency measurement technique used to measure the relative effectiveness of similar decision-making units. It is a non-parametric method used to measure how effectively the teams to be compared use their resources and determine which units must improve themselves. In this study, as the company's earnings per customer decreased, performance rankings were

made among sales and marketing employees, and effective and ineffective employees were determined. Data from two thousand nineteen companies operating in the plastic industry was used, and analysis was made on five people. The input variable was defined as the number of customers, and the output variable was determined as the sales amount and the variety of products sold. The solution was made with Excel-SOLVER by establishing a linear programming model. As a result, it was determined that employee number 3 is adequate (efficiency score = 1), and employees number 1, 2, 4, and 5 are inactive. This reduces the profit margin of the company. Employees 1, 2, 4, and 5 must improve their performance to reach the effectiveness level. Data Envelopment Analysis does not offer a solution; it shows us directions to solve the problem. Employees with low-efficiency rates have been identified, and these people need to use their resources more effectively to increase the company's productivity.

References

- DEMİR, N., Türk Tekstil Sektöründe Veri Zarflama ile Performans Analizi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, işl-yl-2013-0003
- SARI, Z., Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2015
- ÜSTÜNDAĞ, E., Veri Zarflama Analizi ile Verimliliğin Değerlendirilmesi: Çimento Sektörü Üzerine Uygulama, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2009
- BEHDİOĞLU, Y., & ÖZCAN, A. (2009). VERİ ZARFLAMA ANALİZİ VE BANKACILIK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14(3), 301-326.
- ÖZDEN, Ü. (2009). Veri zarflama analizi (VZA) ile Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesi. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 37(2), 167-185.

PRICE ESTIMATION PROGRAM FOR SECOND-HAND VEHICLES WITH MACHINE LEARNING

Associate Professor, Seher ARSLANKAYA

Sakarya University, aseher@sakarya.edu.tr- 0000-0001-6023-2901

ABSTRACT

Nowadays, the second-hand market in the automobile industry is highly sought-after by users. Of course, price is the determining factor in this market. This study aims to estimate the vehicle prices in this market, which is very popular with customers, through machine learning and applications developed with different regression techniques. In this context, a data set containing the characteristics of second-hand vehicles of a brand offered for sale in the UK was studied for machine learning. The data in this dataset was processed using the Python language. After the data in the data set was first read and visualized, it was suitable for machine learning with various arrangements. Predictions were made with three different algorithms, and the results were compared. The algorithm that makes predictions with the slightest margin of error has been determined, and the algorithms have been programmed with an interface for users.

Keywords: Artificial intelligence, machine learning, Python, dataset, data visualization, regression, algorithm, automobile.

1. Introduction

In today's world, transportation is one of people's most basic needs. In this sense, automobiles have become indispensable vehicles. With approximately 4.5 trillion dollars, the automotive industry constitutes approximately 5% of the world economy. The automotive industry (Allison et.al, 1993) acts as a locomotive in the economies of industrially developed countries (Kuruüzüm and Anafarta, 2008).

However, the second-hand car market is popular with customers. Specific criteria determine the price of the vehicle in the second-hand car market. The most important criteria are the model, model year, and vehicle mileage. These and similar criteria were interpreted through machine learning, and the prices of the vehicles were estimated with the help of the prediction algorithm. The open-source Python language used sklearn, matplotlib, seaborn, pandas, numpy, tkinter, and xgboost libraries in the study.

2. Material and method

Machine learning algorithms are evaluated in different groups. Among machine learning algorithms, many algorithm methods include deep learning, LSTM, ANN, SVM, neural network, collective learning, regression, gradient boosting, and K-nearest neighbor (Laaksonen and Oja, 1996; Keller et.al., 1986) connecting. Machine learning regression algorithms were used in this study.

2.1. XGBoost Regresyon

XGBoost, the abbreviation of the term Extreme Gradient Boosting, is a machine learning technique based on gradient boosting and decision tree algorithms.

Selecting the most appropriate values of XGBoost parameters aims to achieve good results in performance measures.

2.2. Doğrusal Regresyon

Linear regression (Atar, 2010), determines the line that best fits the data in the data space. Equation (1) contains the mathematical expression of the linear regression algorithm (Kayakuş and Terzioğlu, 2021). To solve the overlearning problem, the parameters must be adjusted adequately.

$$y = a+bx$$

Equ. (1)

2.3. Random Forest

Random Forest is a popular machine-learning algorithm for regression and classification problems. It can also operate on both categorical and quantitative data. In addition to its advantages, such as being used in both regression and classification, being able to work with most data types, being easily interpreted, and reducing overfitting, it has some disadvantages. One of them works slowly for real-time predictions because it produces and processes too many trees (Paul et.al.,2018).

3. Price Estimation with Machine Learning

The second-hand market has a substantial share in the automotive industry. In this market, multiple criteria determine the price of cars. Even cars of the same model and year can be sold at different prices. A solution to this problem was produced using the Python programming language. After making the criteria affecting the price of cars suitable for machine learning, these criteria were interpreted with artificial intelligence techniques. A model was developed based on the data set with machine learning algorithms, and price prediction was made. Three different algorithms were used in price prediction.

- XGBoost Regression
- Linear Regression
- Random Forest Regression

Python, an open-source programming language, was used to solve the problem. The data set containing information about Ford model vehicles offered for sale in the second-hand market in the UK was interpreted through Python and solved with price prediction algorithms.

Table 1. Steps required to solve the problem

Stages	Stage
1	Analyzing and visualizing automobile data and making it suitable for machine learning
2	Establishing and training the model with 3 different algorithms
3	Interface programming of installed models
4	Comparison of Results

Table 2. Solution Stages

Solution Stages	Work Done	Solution Tool
1	Recognizing and Visualizing Data Data Preprocessing	Python
2	Machine Learning and Application of the Model	Python
3	Interfaced Programming	Python
4	Comparison of Results	Python

Stage 1: Data Recognition and Visualization: The data set named ford.csv of second-hand Ford model vehicles offered for sale in the UK, obtained from Kaggle: Your Home for Data Science site, was used in the study. In order to examine the data more efficiently, the data set in .csv format was converted to .xlsx format. Afterward, the data in the ford.xlsx file was converted into a data frame named df..

	model	year	price	transmission	mileage	fuelType	tax	mpg	engineSize
0	Fiesta	2017	12000	Automatic	15944	Petrol	150	57.7	1.0
1	Focus	2018	14000	Manual	9083	Petrol	150	57.7	1.0
2	Focus	2017	13000	Manual	12456	Petrol	150	57.7	1.0
3	Fiesta	2019	17500	Manual	10460	Petrol	145	40.3	1.5
4	Fiesta	2019	16500	Automatic	1482	Petrol	145	48.7	1.0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
17960	Fiesta	2016	7999	Manual	31348	Petrol	125	54.3	1.2
17961	B-MAX	2017	8999	Manual	16700	Petrol	150	47.1	1.4
17962	B-MAX	2014	7499	Manual	40700	Petrol	30	57.7	1.0
17963	Focus	2015	9999	Manual	7010	Diesel	20	67.3	1.6
17964	KA	2018	8299	Manual	5007	Petrol	145	57.7	1.2

17965 rows x 9 columns

Figure 1. Dataset Overview

The data set consists of 17965 rows and nine columns. In this case, empty cells were checked in our data set.

```
df.info() #boş hücre olup olmadığını kontrol edelim.

<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 17965 entries, 0 to 17964
Data columns (total 9 columns):
 #   Column          Non-Null Count  Dtype  
---  --
 0   model           17965 non-null  object  
 1   year            17965 non-null  int64   
 2   price           17965 non-null  int64   
 3   transmission    17965 non-null  object  
 4   mileage         17965 non-null  int64   
 5   fuelType        17965 non-null  object  
 6   tax             17965 non-null  int64   
 7   mpg             17965 non-null  float64  
 8   engineSize      17965 non-null  float64  
dtypes: float64(2), int64(4), object(3)
memory usage: 1.2+ MB
```

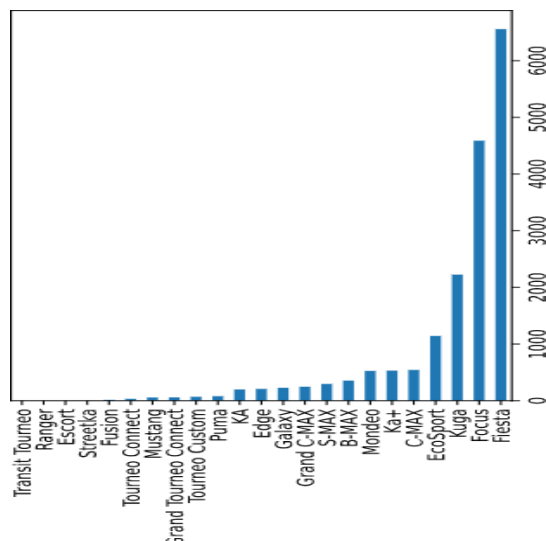
Figure 2. Empty Cell Control

Before processing the data, it was observed that there were no empty cells. The data set was examined according to the models.

Table 3. Data set by models

```
df.model.value_counts() #Modellerin sayıları

Fiesta           6557
Focus            4588
Kuga             2225
EcoSport         1143
C-MAX            543
Ka+              531
Mondeo           526
B-MAX            355
S-MAX            296
Grand C-MAX      247
Galaxy           228
Edge             208
KA               199
Puma             80
Touneo Custom    69
Grand Touneo Connect 59
Mustang          57
Touneo Connect   33
Fusion           16
Streetka         2
Escort           1
Ranger           1
Transit Tourneo  1
Name: model, dtype: int64
```



No extreme values that would affect the average were found. After the revisions, a data set suitable for machine learning was obtained. As the last step, the machine learning phase was started by converting the categorical variables into integers for machine learning.

Stage 2: Machine Learning and Application of the Model: It is necessary to divide the data suitable for machine learning into dependent and independent variables. In this context, "price" is the dependent variable, while the other columns constitute the independent variable. After making this distinction, 25% of the data set for machine learning is reserved for training and 75% for testing. Regression algorithms will work on this data and make price predictions.

a. Linear Regression: The model was trained with the LinearRegression() command from the Sklearn library. The accuracy rate of the model is 74.1156%.

gercek_test	tahmin_test
8685	17500 12663.716342
11160	17299 16526.597054
5624	11510 11211.175303
12900	8000 13501.889332
11629	14500 16190.769716
...	...
1056	7430 12350.886944
10744	9999 11737.230447
15816	13499 16218.677422
8713	11695 11492.009767
9221	7100 11748.928539

Figure 3. Linear regression estimation example

	model	year	price	transmission	mileage	fuelType	tax	mpg	engineSize
model	1.000000	0.037219	0.327190	-0.061466	0.077858	-0.405806	0.191659	-0.240405	0.524690
year	0.037219	1.000000	0.648264	-0.014670	-0.720951	0.093942	0.318144	-0.033056	-0.139442
price	0.327190	0.648264	1.000000	-0.058203	-0.529127	-0.201948	0.411809	-0.351058	0.417620
transmission	-0.061466	-0.014670	-0.058203	1.000000	0.016800	-0.005287	-0.054136	0.056492	-0.027361
mileage	0.077858	-0.720951	-0.529127	0.016800	1.000000	-0.260631	-0.267594	0.126077	0.216076
fuelType	-0.405806	0.093942	-0.201948	-0.005287	-0.260631	1.000000	0.129110	-0.297682	-0.650565
tax	0.191659	0.318144	0.411809	-0.054136	-0.267594	0.129110	1.000000	-0.501255	0.185631
mpg	-0.240405	-0.033056	-0.351058	0.056492	0.126077	-0.297682	-0.501255	1.000000	-0.263931
engineSize	0.524690	-0.139442	0.417620	-0.027361	0.216076	-0.650565	0.185631	-0.263931	1.000000

Figure 4. Linear regression correlation values

b. Random Forest Regression: The model was trained with the RandomForestRegressor() command from the Sklearn library. The accuracy rate of the model is 92.7309%.

	Gerçek Değerler	Tahminler
0	17500	15918.710000
1	17299	17152.333500
2	11510	12199.280000
3	8000	8317.160000
4	14500	16373.420000
5	11680	11051.380000
6	9000	7478.590000
7	17750	15945.560000
8	7295	8020.400000
9	7495	8204.390000
10	9991	10013.740000

Figure 5. Random Forest regression Estimation Values

	model	year	price	transmission	mileage	fuelType	tax	mpg	engineSize
model	1.000000	0.037219	0.327190	-0.061466	0.077858	-0.405806	0.191659	-0.240405	0.524690
year	0.037219	1.000000	0.648264	-0.014670	-0.720951	0.093942	0.318144	-0.033056	-0.139442
price	0.327190	0.648264	1.000000	-0.058203	-0.529127	-0.201948	0.411809	-0.351058	0.417620
transmission	-0.061466	-0.014670	-0.058203	1.000000	0.016800	-0.005287	-0.054136	0.056492	-0.027361
mileage	0.077858	-0.720951	-0.529127	0.016800	1.000000	-0.260631	-0.267594	0.126077	0.216076
fuelType	-0.405806	0.093942	-0.201948	-0.005287	-0.260631	1.000000	0.129110	-0.297682	-0.650565
tax	0.191659	0.318144	0.411809	-0.054136	-0.267594	0.129110	1.000000	-0.501255	0.185631
mpg	-0.240405	-0.033056	-0.351058	0.056492	0.126077	-0.297682	-0.501255	1.000000	-0.263931
engineSize	0.524690	-0.139442	0.417620	-0.027361	0.216076	-0.650565	0.185631	-0.263931	1.000000

Figure 6. Random Forest Regression correlation values

c. XGB Regression: The model was trained with the XGBRegressor() command from the Xgboost library. The accuracy rate of the model is 93.6925%.

	model	year	price	transmission	mileage	fuelType	tax	mpg	engineSize
model	1.000000	0.037219	0.327190	-0.061466	0.077858	-0.405806	0.191659	-0.240405	0.524690
year	0.037219	1.000000	0.648264	-0.014670	-0.720951	0.093942	0.318144	-0.033056	-0.139442
price	0.327190	0.648264	1.000000	-0.058203	-0.529127	-0.201948	0.411809	-0.351058	0.417620
transmission	-0.061466	-0.014670	-0.058203	1.000000	0.016800	-0.005287	-0.054136	0.056492	-0.027361
mileage	0.077858	-0.720951	-0.529127	0.016800	1.000000	-0.260631	-0.267594	0.126077	0.216076
fuelType	-0.405806	0.093942	-0.201948	-0.005287	-0.260631	1.000000	0.129110	-0.297682	-0.650565
tax	0.191659	0.318144	0.411809	-0.054136	-0.267594	0.129110	1.000000	-0.501255	0.185631
mpg	-0.240405	-0.033056	-0.351058	0.056492	0.126077	-0.297682	-0.501255	1.000000	-0.263931
engineSize	0.524690	-0.139442	0.417620	-0.027361	0.216076	-0.650565	0.185631	-0.263931	1.000000

Figure 7. XGB Regression correlation values

Stage 3: Interfaced Programming: Algorithms developed in 3 different ways were programmed with an interface with the "Tkinter" library and designed so that users can enter data more efficiently. In this way, algorithms can be used to estimate the price of automobiles through separate programs.

Figure 8. Interface design

Stage 4: Comparison of the results: When we compared the accuracy rates of the three algorithms used for car price prediction, it was seen that the XGB regression algorithm made the closest prediction to the truth with a rate of 93.6925%. The successes of the algorithms are listed as XGB REGRESSION>RANDOM FOREST REGRESSION>LINEAR REGRESSION.

Table 4. Result table

	Lineer regression	Random forest regression	XGB regression
Accuracy rate	%74,1156	%92,7309	%93,6925

5. Conclusion

Nowadays, the second-hand market in the automobile industry is a very popular market among users. This study aims to estimate the vehicle prices in this market, which is highly popular with customers, using machine learning and different regression techniques. In this context, for machine learning, a data set containing the features of second-hand Ford model cars offered for sale in the UK was studied, predictions were made with three different algorithms, and the results were compared. The performance of three algorithms used for price prediction of second-hand cars with machine learning was compared according to their accuracy rates, and it was observed that XGB regression made the most successful prediction.

References

- Kuruüzüm, A., & Anafarta, N. (2001). The Role And Importance Of Training in Total Quality Management: The Case Of Turkish Automotive Suppliers. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 2(1).
- Allison, J.E., Cole, G.S. Metal-matrix composites in the automotive industry: Opportunities and challenges. *JOM* 45, 19–24 (1993). <https://doi.org/10.1007/BF03223361>
- Mayyas A., Qattawi, A., Omar,M. & Shan, D.(2012.Design for sustainability in automotive industry: A comprehensive review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 16, Issue 4,Pages 1845-1862, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.01.012>.
- J. Laaksonen and E. Oja, "Classification with learning k-nearest neighbors," *Proceedings of International Conference on Neural Networks (ICNN'96)*, Washington, DC, USA, 1996, pp. 1480-1483 vol.3, doi: 10.1109/ICNN.1996.549118.
- J. M. Keller, M. R. Gray and J. A. Givens, "A fuzzy K-nearest neighbor algorithm," in *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. SMC-15, no. 4, pp. 580-585, July-Aug. 1985, doi: 10.1109/TSMC.1985.6313426.
- Atar, B. (2010). Basit Doğrusal Regresyon Analizi İle Hiyerarşik Doğrusal Modeller Analizinin Karşılaştırılması. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 1(2), 78-84.
- Kayakuş, M., & Terzioğlu, M. (2021). Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Doğrusal Regresyon Kullanarak Emeklilik Fonu Net Varlık Değerlerinin Tahmin Edilmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 14(1), 95-103. <https://doi.org/10.17671/gazibtd.742995>
- A. Paul, D. P. Mukherjee, P. Das, A. Gangopadhyay, A. R. Chintia and S. Kundu, "Improved Random Forest for Classification," in *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 27, no. 8, pp. 4012-4024, Aug. 2018, doi: 10.1109/TIP.2018.2834830.

DERİ KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE GERİ DÖNÜŞÜM OLANAKLARI

Dr.Öğr.Üyesi Hatice ER

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, her@nku.edu.tr, ORCID ID:0000-0003-2125-7406

Doç.Dr.Nuray O. IŞIK EMEKSİZ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, nurayisik@nku.edu.tr,
ORCID ID:0000-0003-4749-336X

Öğr.Gör. Ertan EROL

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, eerol@nku.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-2595-9387

ÖZET

Dünya tarihindeki önemli değişimler, sanayileşmenin, nüfus artışının, teknolojik gelişmelerin ve küreselleşmenin etkilerini, bu süreçlerin üretim ve tüketimi nasıl artırdığını açıklamaktadır. Ancak, bu artış doğa, çevre, hayvanlar ve bitkiler gibi değerli unsurları değersiz metalar haline getirmiştir. Özellikle hızlı tüketim kültürü, sınırlı kaynakları ve ekosistemi olumsuz yönde etkilemiştir.

Mevcut dünya düzeninde kaynakların hızla tükenmesi, doğanın yok olması, insan sağlığının bozulması ve bu durumların ekonomik, ekolojik ve sosyal sorunlara yol açtığı bilinmektedir. Üretim süreçlerinde su ve kimyasal madde kullanımının fazlalığı, kaynakların israfı ve atıkların çevreye bırakılması hava, su, toprak gibi hayati kaynaklara zarar vermektedir. Ekonomik kalkınmanın insan yaşamına kolaylıklar sağlaması, küresel sorunları göz ardı etmek için yeterli bir sebep değildir.

Her sanayi dalında olduğu gibi deri konfeksiyon sektörünün de, insan ve çevre sağlığını gözeterek sürdürülebilir kalkınmayı benimsemesi gerekmektedir. Tüketicilerin sürdürülebilir moda gibi yaklaşımları, sektördeki faaliyetlerin çevre dostu olmasına da katkı sağlamaktadır. Deri ürünleri başka hiçbir sektöre benzemeyen bir özellik taşımaktadır. Bu özellik doğrudan, sektörün ham maddesi olan derinin kendine has dokusu ve bu dokuyu tüketilinceye kadar sürdürebilmesidir. Yapısındaki doğal liflerle üretilmesi, uzun ömürlü olması ve geri dönüşüm olanaklarının sağlanması gibi unsurlar sektördeki sürdürülebilirlik açısından çok önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, deri konfeksiyon sektöründe sürdürülebilirlik konseptini ele almak ve sektördeki faaliyetlerin ekolojik açıdan incelenmesini sağlamaktır. Araştırma, üreticilerde, tüketicilerde ve araştırmacılarda farkındalık oluşturmayı, sürdürülebilir moda dikkat çekmeyi ve sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Sürdürülebilirlik, deri konfeksiyon sektöründe değerlendirilerek, doğal kaynakların etkili kullanımı, atık yönetimi ve çevre dostu üretim gibi unsurlar açısından incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deri Konfeksiyon, Sürdürülebilirlik, Geri Dönüşüm

1.GİRİŞ

Günümüzde artan ekolojik sorunlar ve çevre bilinci, tüketicilerin alışveriş tercihlerini etkileyen önemli bir faktör haline gelmiştir. Moda endüstrisi, bu çerçevede büyük bir etki yaratmaktadır, çünkü geleneksel üretim ve tüketim pratikleri genellikle doğal kaynakları aşırı tüketmektedir ve atıklarla çevresel etkileri artırmaktadır (Yaraş ve ark., 2012).

Tüketicilerin sürdürülebilir moda ürünlerine yönelmesi, çevre dostu malzemelerin kullanıldığı, etik üretim yöntemlerinin benimsendiği ve atık miktarının azaltıldığı ürünleri tercih etmelerini içerir. Bu, moda endüstrisini daha sürdürülebilir ve çevre dostu uygulamalara yönlendirmekte ve aynı zamanda tüketicilere daha bilinçli seçimler yapma fırsatı tanımaktadır (Karadayı Usta, 2022).

Moda markaları da bu değişime ayak uydurarak sürdürülebilirlik ilkelerine odaklanmaktadır ve çevre dostu üretim süreçlerini benimsemektedir. Geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı, adil ticaret uygulamaları, enerji verimliliği, ve şeffaf tedarik zincirleri gibi faktörler, moda endüstrisinde sürdürülebilirlik adına atılan adımlar arasındadır (Altınbaş ve Can, 2022).

Bu değişim, sadece çevre bilincine katkı sağlamakla kalmayıp aynı zamanda markaların toplumsal sorumluluklarını yerine getirmelerine, tüketicilere daha etik ve çevre dostu seçenekler sunmalarına da olanak tanımaktadır. Bu nedenle, moda endüstrisindeki bu sürdürülebilirlik eğilimi, hem çevre hem de toplum için olumlu bir etki yaratmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, deri konfeksiyon sektöründe sürdürülebilirlik konseptini ele almak ve sektördeki faaliyetlerin ekolojik açıdan incelenmesini sağlamaktır. Araştırma, üreticilerde, tüketicilerde ve araştırmacılarda farkındalık oluşturmayı, sürdürülebilir moda dikkat çekmeyi ve sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Sürdürülebilirlik, deri

konfeksiyon sektöründe değerlendirilerek, doğal kaynakların etkili kullanımı, atık yönetimi ve çevre dostu üretim gibi unsurlar açısından incelenmiştir.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE DERİ KONFEKSİYON SEKTÖRÜ

İnsanlık tarihi boyunca üretim ve tüketim, hayatta kalmak ve neslin devamını sağlamak adına temel bir gereklilik olmuştur. Ancak, modern çağın getirdiği sanayi devrimi ile birlikte tüketim alışkanlıkları büyük ölçüde değişmiş, sürekli tüketim kültürü doğmuştur. Bu yeni düzen, insanları sadece temel ihtiyaçlarını karşılamaktan çok, sürekli bir tatmin arayışına yönlendirmiştir (Koyunbakan, 2021).

Son dönemde tüketim, sadece fizyolojik ihtiyaçları karşılamaktan çıkarak, daha çok psikolojik tatmin arayışıyla ilişkilendirilmektedir. İnsanlar artık sadece gıda, barınma ve giyim gibi temel ihtiyaçlarını karşılamakla kalmayıp, aynı zamanda ürünler aracılığıyla sosyal statülerini ifade etme, kendilerini ifade etme ve çevreleriyle iletişim kurma aracı olarak tüketimi kullanmaktadır (Sarioğlu, 2021).

Bu değişim, tüketimin sadece ihtiyaçları karşılama işlevinden çıkıp, kişisel kimliğin bir parçası haline gelmesine işaret etmektedir. Ancak, bu durumun beraberinde getirdiği hızlı tüketim, kaynakların aşırı kullanımı ve çevre sorunları gibi zorlukları da beraberinde getirmektedir.

Günümüzde tüketim alışkanlıklarını sorgulamak, sürdürülebilir ve bilinçli tüketim pratiğine yönelmek önemlidir. Bu, bireylerin çevresel etkileri azaltmasına, kaynakları daha etkin kullanmasına ve daha sürdürülebilir bir dünya için katkıda bulunmasına olanak tanır. Bu bağlamda, tüketicilerin seçimleri ve bilinçli tüketim kararları, küresel ölçekte çevresel ve sosyal etkiler yaratabilir (Doğan ve ark., 2015).

Tüketicinin bilinçli tüketim alışkanlıkları, doğanın korunması ve sürdürülebilirliği açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu bilinçli yaklaşım, çevresel sorunları önlemede ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımında önemli bir adım olarak değerlendirilmelidir.

Sürdürülebilirlik, geleceğimizi şekillendiren sorunlara karşı evrensel bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır. Bu felsefi yaklaşım, dengeli ve uzun vadeli bir bakış açısını benimsemek suretiyle hem doğal kaynakların korunmasını sağlamaktadır hem de insanlığın refahını sürdürülebilir bir şekilde artırmayı hedeflemektedir.

Sürdürülebilirlik, çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla dünya problemlerine bütünlük içinde yaklaşan ve uzun vadeli çözümler arayan bir perspektifi ifade eder. Bu yaklaşım, mevcut kaynakları en etkili şekilde kullanmayı ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını gözetmeyi amaçlar.

Sürdürülebilirlik anlayışı, sadece bugünkü neslin değil, gelecek kuşakların da yaşam kalitesini düşünerek hareket etmeyi savunur (Gedik, 2020).

Deri konfeksiyon sektörü, tarih boyunca insanların giyim ihtiyaçlarını karşılamak üzere evrim geçirmiş ve günümüzde geniş bir endüstri haline gelmiştir. Ancak, bu sektördeki büyüme ve gelişmeler beraberinde çevresel etkileri getirmiştir ve sürdürülebilirlik sorunları ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, deri konfeksiyon sektörünün sürdürülebilirlik ilkelerini benimsemesi ve geri dönüşüm olanaklarını değerlendirmesi önem kazanmıştır.

Sürdürülebilirlik, doğal kaynakları etkili bir şekilde kullanma, atıkları minimize etme ve ekolojik dengeyi koruma amacını taşır. Deri konfeksiyon sektörü, bu ilkelere uygun bir şekilde faaliyet göstermelidir. Derinin üretim süreci, su tüketimi ve kimyasal kullanım açısından oldukça yoğun olduğundan, bu aşamalarda sürdürülebilir uygulamaların benimsenmesi kritiktir.

3. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMININ DERİ ÜRÜNLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Deri, çeşitli hayvan türlerinden elde edilen doğal bir malzeme olup, yapısı, dokusu, kimyasal bileşimi ve diğer özellikleri ile benzersizdir. Bu değerli malzeme, hayvan ham derisinin dermis tabakasından özenle elde edilmektedir. Derinin sahip olduğu lifli yapı, onu yumuşak, sağlam ve son derece dayanıklı kılar, bu da sürdürülebilir kullanım için önemli bir temel oluşturur. Bu geniş yelpazedeki özellikleri sayesinde, deri ince işçiliklere ve detaylara olanak tanır ve en kalın yüzeyleri bile kusursuzca kaplayabilir (Harmancıoğlu ve Dikmelik, 1993).

Derinin esnekliği ve form verilebilirliği, tasarımcılara ve zanaatkârlara çeşitli projelerde yaratıcı bir özgürlük sunar. Aynı malzeme, dayanıklılığı ve estetik çeşitliliğiyle birleşerek, birçok endüstride fonksiyonel ve estetik açıdan zengin ürünlerin üretilmesine olanak tanır. Bu özellikleri, derinin giyim, mobilya, ayakkabı ve diğer endüstrilerde çok çeşitli uygulamalara sahip olmasını sağlar (Dikmelik, 1994).

Deri üretiminin amacı sadece bir malzeme işlemek değil, aynı zamanda bu malzemedен özenle tasarlanmış ve işlenmiş ürünler üreterek kullanıcılara estetik ve kullanışlı çözümler sunmaktır. Ancak her durumda derinin özgün ve doğal karakterini koruma amacını taşır.

Deri üretimi, sürdürülebilirlik ilkesine uygun olarak, bu önemli ham maddeyi günlük hayatın çeşitli alanlarında kullanılabilir hale getirmeyi amaçlar. Bu süreçte, atık yönetimi, su kullanımı, ve kimyasal maddelerin kontrollü kullanımı gibi faktörler, çevresel etkiyi en aza indirmek

amacıyla dikkate alınır. Ayrıca, hayvan hakları ve adil ticaret prensiplerine saygı gösterilerek sosyal sürdürülebilirlik de ön planda tutulur.

Bu anlamda, üretim de sadece yüksek kaliteli ürünlerin üretilmesiyle değil, aynı zamanda doğal kaynakların korunması, atıkların azaltılması ve toplumsal sorumluluk bilinci ile birleştirilerek sürdürülebilir bir endüstri oluşturmak için çaba sarf eder. Deri üretiminde sürdürülebilir uygulamalar, sektörün gelecekteki ihtiyaçlarını karşılamak ve çevresel etkiyi en aza indirmek adına önemli bir adımı temsil eder.

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'ne göre, sanayileşmiş ülkelerde atık yönetimi büyük önem taşır. "Azaltın, Geri Dönüştürün ve Yeniden Kullanın" politikası, atık minimizasyonunu ve katı atığın azaltılmasını hedefler, böylece çevresel, sosyal ve ekonomik bileşenlere uygun sürdürülebilir bir kalkınma modeli oluşturmayı amaçlar. Atığın etkili bir şekilde azaltılması, atığın oluşturulmaması ilkesine dayanır. Ancak, malzeme ve üretim süreçleri göz önüne alındığında, bu hedefe ulaşmak için sınırlı seçenekler bulunmaktadır (Mısır ve Arıkan, 2022). Atık yönetimi, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada kilit bir rol oynar. Atık seviyelerinin belirlenmesi, çevresel etkilerin minimize edilmesine ve sürdürülebilirlik ilkelerinin benimsenmesine katkı sağlar.

3.1. Sürdürülebilir Malzeme Seçimi

Deri üretim sürecinde kullanılan malzemelerin içeriği, elde edilme şekli, dayanıklılığı ve geri dönüşüm olanakları, üretimin sürdürülebilirliği ve çevresel etkileri açısından hayati bir rol oynamaktadır. Bu unsurlar, deri endüstrisinin çevresel etkilerini azaltma ve doğal kaynakları daha sürdürülebilir bir şekilde yönetme konusundaki çabalarını belirler (Kadınkız ve ark., 2023).

Derinin Üretimi :

Doğal Kaynaklardan Elde Edilme: Sürdürülebilirlik açısından, derinin üretildiği hayvanların yetiştirilme koşulları, hayvan haklarına saygı, kimyasal kullanımı gibi faktörler göz önüne alınmalıdır. Organik veya sertifikalı kaynaklardan elde edilen deriler, sürdürülebilirlik açısından tercih edilen seçenekler arasında yer alabilir (Kapsız, 2021).

Üretim Aşamaları ve İşlenme Şekli: Sürdürülebilir malzeme seçiminde önemli bir adım, bitkisel tabaklama yöntemine yönelmektir. Bu, kimyasal kullanımını azaltarak ve doğal malzemeleri tercih ederek çevre dostu bir deri üretim sürecini destekler. Deri üretim aşamalarında kullanılan kimyasalların türü ve miktarı, çevresel etkiyi belirler. Bu aşamalarda su tüketimi, atık yönetimi ve enerji kullanımı gibi unsurlar da önemlidir. Sürdürülebilir üretim,

kimyasal kullanımını en aza indirir, su tasarrufu sağlar ve enerji verimliliği hedeflerini benimser (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2021).

Dayanıklılık ve Uzun Ömürlülük: Derinin dayanıklılığı, ürünlerin uzun ömürlü olmasını sağlar. Kaliteli deri ürünleri, tüketicinin daha az sıklıkla yeni ürün almasını teşvik eder, bu da kaynakların daha etkili kullanılmasını sağlar.

Geri Dönüşüm Olanakları: Deri, geri dönüştürülebilir bir malzemedir. Geri dönüşüm süreçleri, atık miktarını azaltarak çevresel etkiyi minimize etmede önemli bir rol oynar.

Üretimin Sürdürülebilirliği ve Çevresel Etkiler

Yönetim ve Denetim: Üretim süreçlerinin dikkatle yönetilmesi, çevresel etkileri en aza indirmenin temelidir. Sürdürülebilir orman yönetimi, kimyasal kullanımının kontrolü ve atık yönetimi bu açıdan önemlidir.

Doğal Kaynakların Korunması: Deri üretiminde kullanılan doğal kaynaklar, bilinçli bir şekilde yönetilmeli ve tükenmeye karşı korunmalıdır. Bu, uzun vadeli sürdürülebilirlik için önemlidir. **Geri Dönüşüm ve Atık Yönetimi:** Atık derinin geri dönüşümü, çevresel etkiyi azaltabilir. Atıkların kontrolsüz bir şekilde ortaya çıkmasını önlemek ve geri dönüşüm olanaklarını en üst düzeye çıkarmak, sürdürülebilirlik açısından kritiktir.

Deri üretim sürecindeki bu faktörlerin sürdürülebilir bir perspektifle ele alınması, sektörde çevre dostu uygulamaların benimsenmesine ve doğal kaynakların daha dikkatli bir şekilde yönetilmesine katkıda bulunabilir (Emeksiz ve Akyüz, 2023).

4.DERİ KONFEKSİYON SEKTÖRÜNDE ÇEVRE DOSTU FAALİYETLER

Deri konfeksiyon sektöründe çevre dostu faaliyetler, endüstriyi daha sürdürülebilir ve çevre dostu hale getirmeye yönelik bir dizi uygulamayı içerir. Bu faaliyetler, doğal kaynakların daha etkin kullanılması, atık yönetimi, enerji verimliliği ve çevre bilincinin artırılması gibi konuları kapsar. Deri konfeksiyon sektöründe çevre dostu faaliyetlere örnekler şunlardır:

4.1 Su ve Kimyasal Madde Kullanımının Azaltılması

Deri konfeksiyon sektöründe çevre dostu faaliyetlerin başında su ve kimyasal madde kullanımının azaltılması gelir. Bu çabalar, çevresel etkileri minimize etmek, su kaynaklarını korumak ve kimyasal atıkları sınırlamak amacıyla gerçekleştirilir.

4.1.1 Su Kullanımının Azaltılması

Yenilikçi üretim süreçleri ve teknolojilerin benimsenmesi, suyun daha etkili bir şekilde kullanılmasını sağlar. Su tasarruflu ekipmanların kullanımı ve geri dönüşüm sistemlerinin

entegrasyonu, su tüketimini azaltmada etkili olabilir. Atık suyun arıtılması ve tekrar kullanılmasıyla su döngüsü daha sürdürülebilir hale getirilebilir (Polat, 2013).

4.1.2 Kimyasal Madde Kullanımının Azaltılması

Çevre dostu tabaklama yöntemleri, derinin işlenmesinde kullanılan kimyasal maddeleri azaltabilir. Bitkisel tabaklama gibi doğal yöntemlere geçiş, çevresel etkileri azaltabilir. Toksik kimyasal maddelerin kullanımından kaçınılarak, çevre ve işçi sağlığı korunabilir. Alternatif, daha çevre dostu kimyasal maddelerin geliştirilmesi ve benimsenmesi, sektörde sürdürülebilirlik açısından önemli bir adımdır (Can ve Ayvaz, 2017).

4.1.3 Yeşil Kimya Uygulamaları

Yeşil kimya prensiplerine dayalı ürün ve işlemlerin benimsenmesi, çevre dostu malzemelerin kullanımını destekler. Biyobozunur ve doğal kaynaklardan elde edilen kimyasal maddelerin tercih edilmesi, atık yönetimini kolaylaştırabilir (Gerçek, 2012).

4.1.4 Sertifikalı Üretim ve Değerlendirme

Leather Working Group (LWG) gibi sertifikasyon programları, deri konfeksiyon üreticilerine çevre dostu uygulamaları benimsemeleri için standartlar sunar. Sürdürülebilirlik değerlendirme sistemleri, su ve kimyasal madde kullanımını izleyerek ve değerlendirerek iyileştirmeler yapılmasına olanak tanır. Bu çevre dostu faaliyetler, deri konfeksiyon sektörünün sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasına yardımcı olabilir ve sektörde daha çevre dostu bir üretim sürecinin oluşturulmasına katkı sağlayabilir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2021).

4.2 Atık Yönetimi

Deri konfeksiyon sektöründe çevre dostu faaliyetlerin bir diğer önemli boyutu atık yönetimidir. Atık yönetimi, üretim süreçlerinden kaynaklanan atıkları minimize etmek, atıkları doğru bir şekilde işlemek ve geri dönüşüm olanaklarını değerlendirmek için uygulanan stratejileri içerir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2021).

4.2.1 Atık Azaltma Stratejileri

Deri konfeksiyon sektöründe atık azaltma stratejileri, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmayı ve çevresel etkileri en aza indirmeyi amaçlar.

4.2.2 Tasarım Optimizasyonu

Ürün tasarım aşamasında malzeme kullanımı, kesim ve dikim süreçleri göz önüne alınarak atık oluşumunu minimize eden tasarım stratejileri benimsenebilir. Moda tasarımcıları ve mühendisler, kalıp optimizasyonu ve malzeme verimliliği konularında çalışarak atık miktarını azaltabilirler.

4.2.3 Atık Malzeme Yönetimi

Kesim masalarından arta kalan deri parçalarını ve atık materyalleri toplamak ve daha küçük parçalara ayrılmış malzemeleri değerlendirerek israfi engellenebilir. Atık yönetimi ekipleri tarafından atıkların ayrıştırılması ve uygun bir şekilde değerlendirilmesi için etkili sistemler kurulabilir. Geri dönüştürülmüş deri ürünlerin tasarlanması ve pazarlanması, sürdürülebilir moda trendlerine katkıda bulunabilir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2021).

4.2.4 Geri Dönüşüm ve Geri Kazanım

Deri konfeksiyon sektöründe geri dönüşüm ve geri kazanım, çevre dostu uygulamaların önemli bir parçasını oluşturur. Bu süreçler, atıkların azaltılması, doğal kaynakların daha etkili kullanılması ve sürdürülebilir bir üretim döngüsünün oluşturulması için kritiktir. Atık deri parçalarının geri dönüştürülmesi ve yeni ürünlerde kullanılması için geri dönüşüm tesisleri kurulabilir veya mevcut tesislerle iş birliği yapılabilir. Geri dönüşüm süreçlerini optimize etmek ve geri dönüştürülmüş malzemelerin kalitesini artırmak için sürekli iyileştirme stratejileri uygulanabilir. Geri dönüştürülmüş deri ürünlerin tasarlanması ve pazarlanması, sürdürülebilir moda trendlerine katkıda bulunabilir (Yücel ve Tiber, 2018).

4.2.5 Stok Yönetimi ve Talep Tahminleme

Deri konfeksiyon sektöründe atık azaltma, maliyet optimizasyonu ve müşteri memnuniyeti gibi önemli alanlarda etkili bir strateji oluşturmanın temelini oluşturur. Talep ve tüketim eğilimlerini analiz ederek, optimal stok seviyeleri belirlenebilir. Mevsimsel faktörler, kampanya dönemleri ve diğer etkileyici faktörler dikkate alınarak stoklar yönetilebilir. Gerçek zamanlı stok izleme sistemleri kullanarak stok durumunu sürekli olarak güncellemek gereklidir. Talep değişikliklerine hızlı bir şekilde cevap verebilmek için dinamik stok yönetim sistemleri uygulanmalıdır (Paker, 2022).

4.2.6 Eğitim ve Farkındalık

Çalışanlara ve işletme sahiplerine atık azaltma konusunda eğitimler düzenlenmelidir. Çalışanların ve paydaşların atık azaltma stratejilerine ve ürün ve hizmet hakkında, iş güvenliği, sürdürülebilirlik, dijital ve teknoloji eğitimler ineaktif bir şekilde katılımını teşvik etmek ve farkındalıklarını artırmak gerekir. Bu kapsamda eğitim ve farkındalık stratejileri, çalışanlar, müşteriler veya genel toplum gibi çeşitli paydaşlara yönelik olabilir.

Farkındalık için de, toplumda çevresel konularda farkındalığı artırmak için kampanyalar düzenlenmelidir. Örneğin, geri dönüşüm, enerji tasarrufu ve doğal kaynakların korunması gibi konulara odaklanılabilir. Deri konfeksiyon şirketlerinin topluma olan sosyal sorumluluğunu

vurgulamak amacıyla sosyal sorumluluk projeleri başlatmak ve bu projelerle ilgili bilinci artırmak gerekir.

4.2.7 İnovasyon ve Teknoloji Kullanımı

Bir organizasyonun rekabet avantajını artırmak, süreçlerini optimize etmek ve müşteriye daha iyi hizmet sunmak için yenilikçi teknolojileri benimsemesini ifade eder. İnovasyon ve teknoloji kullanımı stratejileri, iş süreçlerini iyileştirmek, ürün ve hizmet portföyünü genişletmek, maliyetleri düşürmek ve genel olarak daha etkili bir iş yapma şeklini desteklemek için kullanılır. Yenilikçi teknolojileri kullanarak üretim süreçlerini daha verimli ve çevre dostu hale getirmek önemlidir. Dijital tasarım ve üretim teknolojilerini benimseyerek malzeme kullanımını optimize etmek gerekir (Karahana, 2017).

Bu atık azaltma stratejileri, deri konfeksiyon sektöründe sürdürülebilirlik prensiplerini güçlendirmek ve çevresel etkileri en aza indirmek için kullanılabilir.

5. TÜKETİCİLERİN SÜRDÜRÜLEBİLİR MODAYA KATKISI

İnsan davranışlarının çevresel sorunlar üzerindeki etkisi büyük bir gerçektir ve günümüzde karşılaştığımız çevresel problemlerin çoğu, tüketici davranışlarının doğrudan bir sonucudur. Doğal kaynakların aşırı kullanımı, geleneksel kaynakların hızla tükenmesine yol açmaktadır. Ancak, artan çevre bilinciyle birlikte birçok tüketici, kişisel tüketim alışkanlıklarını değiştirme sorumluluğunu üstlenmektedir. Ürün tercihi, kullanım ve imha kararları, çevreyi koruma motivasyonundan kaynaklanan bir yönelimi yansıtmaktadır (Akdeniz ve Dursun, 2022).

Çevre koruma bilincinin artması, tüketicilerin karbon ayak izlerini azaltma çabalarına yönlendirmekte ve sürdürülebilirlik kavramı giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Küresel çevre sorunlarının temel kaynağı sürdürülemez tüketim olduğu için çözüm, genel tüketimi azaltmak ve ürünlerin evrensel olarak yeniden kullanımına yöneltmektir. Tüketiciler, bu çabalarla dünya genelindeki aşırı tüketim sorunlarına karşı bilinçli bir şekilde hareket etmeye başlamışlardır.

Bu değişimle birlikte, sürdürülebilir giyim sektörü de öne çıkmaktadır. Giyim sektörünün çevresel etkileri düşünüldüğünde, sürdürülebilir üretim ve tüketim süreci zorunlu hale gelmiştir. Çevresel farkındalığı yüksek olan tüketiciler, giyim tercihlerini sürdürülebilir kıyafetlere yönlendirmekte ve birçok giyim markası da çevresel etkilerini azaltmak adına sürdürülebilirlik üzerine planlar yapmaktadır. Bu durum, sürdürülebilirlik kavramının önemini vurgulayarak, tüketici ve üretici tarafında daha bilinçli ve sorumlu bir yaklaşımın benimsenmesini desteklemektedir (Köse ve Aydın, 2020).

Deri konfeksiyon giyiminde tüketicilerin sürdürülebilir moda konusundaki katkıları: Sürdürülebilir Deri Ürünleri Tercih Etme: Tüketiciler, sürdürülebilir deri üretimini benimseyen markaları tercih ederek, bitkisel tabaklama, organik deri veya geri dönüştürülmüş malzemeler gibi çevre dostu üretim yöntemlerini destekleyebilirler.

Bilinçli Satın Alma Kararları: Tüketiciler, deri ürünlerin etiketlerini inceleyerek ürünün hangi malzemelerden yapıldığını, üretim süreçlerini ve sürdürülebilirlik sertifikalarını göz önünde bulundurabilirler. Deri konfeksiyon giyim markalarının sürdürülebilirlik çabalarını araştırmak ve bu markaları desteklemek, tüketicilerin bu alanda bilinçli tercihlerde bulunmalarını sağlar.

Kaliteli ve Dayanıklı Ürünleri Seçme: Ucuz ve kalitesiz ürünler yerine daha kaliteli ve dayanıklı deri ürünlerini tercih etmek, uzun ömürlü giyim eşyalarına yatırım yaparak tüketim miktarını azaltabilir.

İkinci El ve Vintage Alışverişi: Tüketiciler, ikinci el deri ürünleri tercih ederek moda döngüsüne katkıda bulunabilir ve kaynakların daha verimli kullanılmasına destek olabilirler. Retro ve vintage deri ürünleri tercih ederek, sıra dışı ve zamansız parçaları kullanmak, sürdürülebilir moda trendine uyum sağlayabilir.

Giysi Bakımına Özen Gösterme: Deri giyim ürünlerini doğru bir şekilde bakım yaparak özenle korumak, ürün ömrünü uzatarak atık miktarını azaltabilir. Eskimiş veya hasar görmüş deri giyim ürünlerini onarmak veya modifiye etmek, atık oluşumunu minimize eder ve sürdürülebilir bir kullanımı teşvik eder.

Geri Dönüşüm ve Atık Yönetimine Katılım: Atık Geri Dönüşümü: Kullanılmayan deri giyim ürünlerini geri dönüşüm programlarına katılarak veya geri dönüştürülebilir atık kutularına bırakarak çevresel etkiyi azaltabilirler.

Tüketicilerin sürdürülebilir moda konusundaki bilinçli tercihleri, deri konfeksiyon giyim endüstrisinde daha etik ve çevre dostu uygulamaların benimsenmesine teşvik edebilir (İşçioğlu ve Yurdakul, 2018). Bu tür tercihler, sektördeki markaların daha sürdürülebilir üretim ve tüketim modellerine geçişini hızlandırabilir.

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Deri konfeksiyon sektöründe sürdürülebilirlik ve çevre dostu uygulamaların benimsenmesi, endüstriyi daha etik ve çevre bilincine sahip bir hale getirme amacını taşımaktadır. Bu çalışmanın sonuçları, sektörde sürdürülebilir malzeme seçimi, enerji verimliliği, atık yönetimi

ve etik üretim gibi faktörlerin öne çıkarak çevresel ve sosyal etkileri azaltmada kritik bir rol oynadığını göstermektedir.

Sürdürülebilirlik çabalarının artmasıyla birlikte, tüketicilerin çevresel bilinci ve sürdürülebilir ürün talepleri de artmaktadır. Bu durum, sektörde faaliyet gösteren marka ve üreticilere çevre dostu uygulamaları benimsemeleri ve bu konuda daha şeffaf olmaları konusunda bir fırsat sunmaktadır.

Öneriler:

-Deri konfeksiyon üreticileri, bitkisel tabaklama, organik deri ve geri dönüştürülmüş malzemeler gibi çevre dostu alternatifleri benimseyerek sürdürülebilir malzeme kullanımını teşvik etmelidir.

-Endüstri, üretim süreçlerinde enerji verimliliğini artırmak için yenilikçi teknolojileri araştırmalı ve uygulamalıdır.

-Atık azaltma stratejileri geliştirilerek, atıkların geri dönüşümü ve yeniden kullanımı teşvik edilmelidir.

-Üreticiler, üretim süreçlerinde çevre dostu kimyasal kullanımını artırarak su kirliliğini azaltmalıdır.

-Sektör, hayvan refahını ve adil ticaret ilkelerini gözeterek etik üretim uygulamalarına odaklanmalıdır.

-Markalar, çevre dostu uygulamalarını ve sürdürülebilir üretim süreçlerini vurgulayan tüketicilere yönelik bilinçlendirme kampanyaları düzenlemelidir.

-Endüstri, sürdürülebilirlik konusunda sektör içi ve sektör dışı işbirlikleri kurarak, uluslararası sertifikasyon standartlarına uygunluğu sağlamalıdır.

Bu önerilerin hayata geçirilmesi, deri konfeksiyon sektörünün sürdürülebilir bir geleceğe daha yaklaşmasına yardımcı olabilir ve aynı zamanda tüketicilerin çevresel bilincini artırabilir.

KAYNAKÇA

- [1] Akdeniz, P. C., Dursun, Y., Sürdürülebilir Tüketim Motivasyonunda Sürdürülebilir Moda Kavramının Etkisi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 4(1), 79-110, 2022.
- [2] Altınbaş, G. N., Can, D. İ., Sürdürülebilirlik Temelinde Bedensiz ve Dönüşebilen Kıyafetler, Sanat ve Estetik, 5(8), 56-67, 2022.

- [3] Can, Ö., Ayvaz, K., Tekstil ve Modada Sürdürülebilirlik, Akademia Doğa ve İnsan Bilimleri Dergisi, 3(1), 110-119, 2017.
- [4] Dikmelik, Y., *Deri Teknolojisi*, Sepici Kültür Hizmeti-4, İzmir, 211 s.,1994.
- [5] Doğan, O., Bulut, Z. A., Çımrın, F. K., Bireylerin Sürdürülebilir Tüketim Davranışlarının Ölçülmesine Yönelik Bir Ölçek Geliştirme Çalışması, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 29(4), 659-678, 2015.
- [6] Emeksiz, N. O. I., Akyüz, F. Deri Sanayine Ekolojik Bir Bakış, Doğa ve Mühendislik Bilimlerinde Güncel Tartışmalar 12, BİDGE Yayınları, 103-116, Ankara, 2023.
- [7] Gedik, Y., Sosyal, Ekonomik ve Çevresel Boyutlarla Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma. Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi, 3(3), 196-215, 2020.
- [8] Gerçek, Z., Kimya'nın Yeni Rengi: Yeşil Kimya. Yükseköğretim ve Bilim Dergisi, (1), 50-53, 2012.
- [9] Harmancıoğlu, M., Dikmelik, Y., *Ham Deri Yapısı, Bileşimi, Özellikleri*, Sepici Şirketler Topluluğu Kültür Hizmeti, Özen Ofset, 344 s., İzmir, 1993.
- [10] İşçioğlu, T. E., Yurdakul, D., İkinci El Giyim Motivasyonları ve Sürdürülebilirlik Üzerine Keşifsel Bir Araştırma, Pazarlama Teorisi ve Uygulamaları Dergisi, 4(2), 253-280, 2018.
- [11] Kadıncız, N., Seyrek, M., Yıldırım, Z. N., Sobacı, Y., Uzun, M., Denim Endüstrisinde Sürdürülebilirlik ve Döngüsel Ekonomi. ALKÜ Fen Bilimleri Dergisi, 5(2), 72-99, 2023.
- [12] Kapsız, F., *Sürdürülebilirlik Kapsamında Yavaş Moda ve Tüketicilerin Davranış Eğilimleri*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, İşletme Enstitüsü, 2021.
- [13] Karadayı Usta, S., Sürdürülebilir Moda Tedarik Zinciri Yönetimi Uygulamalarının Sistemik Taraması, Lojistik Dergisi, 19(56), 68-79, 2022.
- [14] Karahan, M., İşletme Yöneticilerinin Çevre Duyarlılığı ve Farkındalık Düzeylerinin Belirlenmesi. MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi, 6(4), 359-374, 2017.
- [15] Koyunbakan, Ö., *Tüketim Toplumu Bağlamında Moda Üretimleri*, Yüksek Lisans Tezi, Altınbaş Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 2021.
- [16] Köse, Ş. G., Aydın, K., Sürdürülebilir Moda Perakendeciliği: Tüketici Algıları Üzerine Bir Araştırma, Istanbul Business Research, 49(1), 86-116, 2020.
- [17] Mısır, A., Arıkan, O., Avrupa Birliği (AB) ve Türkiye’de Döngüsel Ekonomi ve Sıfır Atık Yönetimi. Çevre İklim ve Sürdürülebilirlik, 23(1), 69-78, 2022.

- [18] Paker, M. Ö. S., Organize Sanayi Bölgelerinin İşletme Lojistiğine Etkileri Üzerine Nitel Bir Araştırma. Social Sciences Studies Journal (SSSJJournal), 7(90), 47, 2022.
- [19] Polat, A., Su kaynaklarının Sürdürülebilirliği için Arıtılan Atıksuların Yeniden Kullanımı, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, (1), 58-62, 2013.
- [20] Sarioğlu, F. M., *Markaların Duygusal Fayda Sunumlarının Tüketicilerin Marka Tercihine Etkisini Tespit Etmeye Yönelik Bir Araştırma*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2021.
- [21] T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Tekstil, Hazır Giyim ve Deri Ürünleri Sektörleri Raporu 2021, <https://www.sanayi.gov.tr/plan-program-raporlar-ve-yayinlar/sektor-raporlar.html> (Erişim Tarihi: 17.10 2023).
- [22] Yaraş, E., Akın, E., Şakacı, B. K., Tüketicilerin Çevre Bilinci Düzeylerini Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma, Öneri Dergisi, 9(35), 117-126, 2012.
- [23] Yücel, S., Tiber, B., Hazır Giyim Endüstrisinde Sürdürülebilir Moda, Tekstil ve Mühendis, 25(112), 370-380, 2018.

AYAKKABI MALZEMELERİNİN AYAK SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Dr.Öğr.Üyesi, Hatice ER

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, her@nku.edu.tr, ORCID ID:0000-0003-2125-7406

Doç.Dr., Nuray O. IŞIK EMEKSİZ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, nurayisik@nku.edu.tr,
ORCID ID:0000-0003-4749-336X

Öğr.Gör., Ertan EROL

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, eerol@nku.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-2595-9387

ÖZET

Ayakların vücudun temel dayanak noktaları olarak sürekli hareket halinde olmaları ve onların gün boyunca üzerlerinde taşıdığı yük düşünüldüğünde, ayak sağlığının büyük bir öneme sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ayaklarda oluşan herhangi bir rahatsızlık veya yaralanma, sadece acı verici olmakla kalmaz, aynı zamanda günlük aktiviteleri kısıtlar ve normal hareketleri zorlaştırabilir. Bu nedenle, ayak sağlığına gereken özeni göstermek, yaşam kalitesini artırmak ve genel sağlığı korumak açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, doğru ayakkabı seçimi, ayak sağlığını korumanın temel faktörlerinden biridir.

Bu çalışmanın amacı, ayakkabı malzemelerinin ayak sağlığı üzerindeki etkilerini araştırmak ve bu etkileri anlamaktır. Ayakkabı malzemelerinin seçimi, ayak sağlığını doğrudan etkileyebilir, bu nedenle bu çalışma, farklı malzemelerin ayak sağlığına olan etkilerini inceleyerek bilgi sağlamayı amaçlamaktadır. Ayakkabı malzemeleri ve ayak sağlığı arasındaki ilişkiyi anlamak, doğru ayakkabı seçimi konusunda bilinç oluşturarak bireylerin sağlıklı ayaklar için daha doğru kararlar almalarına katkıda bulunabilir.

Anahtar Kelimeler: Ayakkabı Malzemeleri, Ayak Sağlığı, Ayakkabı Seçimi

1.GİRİŞ

Ayaklar, vücut ağırlığını taşıyan temel yapıları oluşturur. Gün boyunca ayaklara binen ağırlık, eklemler, kemikler ve kaslar üzerinde büyük bir stres yaratır. Sağlıklı ayaklar, bu yükü dengeli bir şekilde taşıma görevini daha etkili bir şekilde yerine getirir.

Sağlıklı ayaklar, günlük aktiviteleri sürdürmek, spor yapmak ve genel olarak aktif bir yaşam tarzını sürdürebilmek için gereklidir. Vücudun ağırlığını taşıırken, dengeli bir duruşu sürdürmek ve vücuda destek sağlamak gibi önemli fonksiyonlara sahiptir. Ayaklar, dolaşım sistemimizin

bir parçasıdır. Sağlıklı ayaklar, kan dolaşımını düzenler ve genel vücut sağlığını destekler. Ayaklarda oluşan rahatsızlıklar, bazen genel sağlık sorunlarının belirtisi olabilir. Diyabet, dolaşım problemleri veya romatizmal hastalıklar gibi sistemik sağlık sorunları ayaklarda belirtilere neden olabilir. Birçok mesleki ve sosyal aktiviteyi etkiler. Özellikle ayak tabanı sağlığı, uzun süre ayakta durmayı gerektiren meslekler için kritiktir (Çaparuşığı ve Ovayolu, 2006).

Ayakkabı seçimi, ayak sağlığı üzerinde önemli bir etkidir ve doğru malzemenin seçilmesi ayak rahatlığı ve sağlığı açısından etkilidir. Bu çalışma, farklı ayakkabı malzemelerinin ayak sağlığına etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Ayak sağlığını korumak için doğru malzeme seçiminin önemi vurgulanmaktadır.

Deri, sentetik malzemeler ve teknolojik malzemeler gibi yaygın olarak kullanılan malzemelerin ayak anatomisi ve fonksiyonları üzerindeki etkileri incelenecek, bu malzemelerin avantajları ve dezavantajları analiz edilecektir. Sonuç olarak, tüketicilere ayakkabı seçiminde bilinçli kararlar almaları için rehberlik edecek önemli faktörler ortaya konacaktır.

2.AYAKKABI MALZEMELERİ VE ÇEŞİTLERİ

Ayakkabı malzemeleri, ayakkabı üretiminde kullanılan çeşitli materyalleri ifade etmektedir. Ayakkabı tasarımı ve üretimi, farklı işlevlere, tarzlara ve kullanım amaçlarına yönelik çeşitli malzemelerin kombinasyonunu içerir. Ayakkabı malzemeleri aşağıdaki maddelerden oluşmaktadır:

Deri: Deri, geleneksel ve dayanıklı bir ayakkabı malzemesidir. Gerçek deri, nefes alabilir ve ayak şeklini takip edebilen bir malzemedir. Kaliteli deri, uzun ömürlü ve konforlu ayakkabılar üretmek için tercih edilir. Farklı türleri arasında dana derisi, keçi derisi ve dana süet gibi seçenekler bulunur. Aynı zamanda ayakkabıların dış yüzeyinde, astarında veya üst kısmında kullanılabilir (Kartal ve Tozun, 2022).

Sentetik Deri: Sentetik deri, hayvan derisine benzer özelliklere sahip olup genellikle daha uygun fiyatlıdır. Sentetik malzemeler, dayanıklılığı ve çeşitliliği ile bilinir. Naylon, polyester, vinil, PU (poliüretan) ve mikrofiber gibi sentetik malzemeler, su geçirmezlik ve hafiflik gibi özelliklere sahiptir. Ayrıca, hayvan dostu ve daha ekonomik bir alternatif sunabilirler (Kıraylar, 2006).

Kumaşlar: Ayakkabı üst kısımlarında kullanılan çeşitli kumaşlar vardır. Pamuklu kanvas, naylon, polyester ve örgü malzemeler, ayakkabılara hafiflik ve nefes alabilirlik katmak için kullanılır (Yüksel, 2019).

Teknolojik Malzemeler: Ayakkabı endüstrisinde son yıllarda gelişen teknolojik malzemeler, performans ve konforu artırmak için kullanılır. Örneğin, özel taban malzemeleri, şok emilimi sağlayan teknolojiler, hafif ve nefes alabilir üst malzemeler gibi yenilikçi özelliklere sahiptir (Akçalı, 2016).

File ve Örgü Malzemeler: Özellikle spor ayakkabılarında sıkça kullanılan file ve örgü malzemeler, hafiflik ve nefes alabilirlik sağlar. Bu malzemeler, ayakta rahatlık ve hava dolaşımı için tercih edilir.

Kauçuk ve TPU (Termoplastik Poliüretan): Ayakkabı tabanlarında sıkça kullanılan kauçuk ve TPU, sağlam ve kaymaz tabanlar oluşturmak için idealdir. Bu malzemeler, zeminle teması artırarak güvenliği artırabilir (Akçakale, 2016).

Yumuşak Yastıklama Malzemeleri (Konfor Odaklı): Ayakkabı içindeki yastıklama malzemeleri, adımda şok emilimi ve konfor sağlamak için kullanılır. Özellikle spor ayakkabıları ve günlük ayakkabılarda yaygın olarak bulunur.

Su Geçirmez Malzemeler: Özellikle spor ve outdoor ayakkabılarda kullanılan su geçirmez malzemeler, ayakların ıslanmasını önlemek ve dış etkenlere karşı koruma sağlamak için kullanılır (Oral ve Dirgar, 2022).

Ayakkabı tasarımcıları, farklı kullanım senaryolarına ve tüketici ihtiyaçlarına uygun olarak bu malzemeleri kombinleyerek çeşitli ayakkabı modelleri oluştururlar. Ayakkabı malzemeleri, hem işlevselliği hem de estetiği bir araya getirerek kullanıcılara geniş bir seçenek yelpazesi sunar.

3.AYAK SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Ayakkabılar, sadece ayakları giyindikleri nesneler olarak değil, aynı zamanda vücut ile zemin arasında bir bağlantı görevi üstlenirler. Bu bağlamda, ayakkabılar insan vücudunun çevresel uyarılara ve kendi bedeninin pozisyonuna olan duyarlılığını sağlayan iki ana sinirsel sistem aracılığıyla vücudun dokunma, basınç, ağrı, sıcaklık ve kendi beden pozisyonu gibi duyuşal uyarılara girdiler sağlayarak, ayak ve bacaklardaki kas aktivasyonunu etkiler. Bu girdilerin kalitesi, bireyin kinematiğini ve iskelet dizilimini değiştirerek yürüme ve denge üzerinde önemli bir rol oynar.

Çeşitli araştırmalar, uygun olmayan ayakkabı kullanımının ayak biyomekaniğini bozduğunu ve çeşitli ayak problemlerine yol açtığını göstermiştir. Bu ayak problemlerinin, hem dinamik hem de vücut pozisyonunu koruma kapasitesi üzerinde etkisi olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle,

doğru ayakkabı seçimi, ayak sağlığı ve genel vücut pozisyonu açısından kritik bir öneme sahiptir (Güçhan ve ark., 2014).

Ayaklar, vücudun ağırlığını taşıyan temel bileşenlerdir. Ayakkabılar doğru tasarlandığında ve uygun malzemelerle üretildiğinde ayaklara destek sağlar. Bu, ayaklarda oluşabilecek ağrıları ve rahatsızlıkları önleyebilir.

Ayakların nefes alabilir olması, ayağın rahat hissetmesine ve terleme sorunlarının önlenmesine yardımcı olur. Doğru malzemelerle üretilmiş ayakkabılar, ayakların hava almasına izin verir ve bu da ayak hijyenini sağlar.

Yürüme veya koşma sırasında zeminle temas, ayaklara yönelen şoku beraberinde getirir. Ayakkabıların taban yapısı ve iç yastıklama, bu şoku emerek ayaklara daha fazla konfor sağlar. Özellikle spor ayakkabılarında bu özellik önemlidir. Ayak sağlığını olumlu yönde etkilemek için doğru ayakkabı seçimi önemlidir. Aktivite türüne ve ayak tipine uygun ayakkabılar seçmek, ayak sağlığını koruma açısından kritiktir (Gündüz, 1996).

Ayakkabıların, ayak anatomisine uygun olarak tasarlanması ayak sağlığını olumlu etkiler. Dar veya yanlış şekilde tasarlanmış ayakkabılar, ayak deformitelerine ve ağrılara neden olabilir. Temiz ve bakımlı ayakkabılar, ayak sağlığını korumak için önemlidir. Özellikle ayakkabı içinde oluşabilecek nem ve mikroplar önlemek için düzenli bakım yapılmalıdır (Güzel ve Karakız, 2022).

Bu faktörlerin bir araya gelmesi, ayak sağlığını destekleyen bir ayakkabı deneyimi sunabilir. Özellikle günlük aktiviteler, spor veya uzun süreli ayakta durma gibi durumlar için uygun ayakkabı seçimi ve düzenli bakım, ayak sağlığını korumanın temel unsurlarını oluşturur.

4.DOĞRU AYAKKABI SEÇİMİ İÇİN ÖNERİLER

Ayak, beden ağırlığını taşımak ve yürüme sırasında bedeni öne doğru itmeye yardımcı olmak üzere tasarlanmış bir kaldıraç görevi görür. Ayak tipi, bireyin ayak tabanı yapısına bağlı olarak belirlenir ve toplumlar arasında çeşitlilik gösterir. Bu özellikler, ayakların evrimsel olarak karmaşık bir adaptasyon örneği olduğunu gösterir. İnsan ayakları, doğal çevre ve aktivitelere uyum sağlamak için gelişmiş bir esneklik ve dayanıklılık kombinasyonuna sahiptir (Kanbak, 2010).

Ayakkabı seçiminde temel bir kriter, ayak tabanının yere nasıl bastığıdır. Ayak tabanı, her adımda topuğun dış kısmının önce yere temas etmesi ve ardından arkadan öne doğru çapraz bir hareket yapması şeklinde bir deseni takip eder. Bu hareket, ayağın yere basarken oluşan darbe

etkisini azaltmaya yardımcı olur. Ayak, morfolojik ve fonksiyonel olarak bireyden bireye farklılık gösteren bir yapıya sahiptir (Sevilmiş ve ark., 2017).

Her bireyin ayak tipi kişiseldir. Sağ ve sol ayaklar dahi genellikle birbirinin tam aynısı değildir. Ayak tipindeki bu bireysel farklılıklar, vücut duruşunu, yürüme ve koşma biçimini ve hatta ayak, diz ve kalça problemlerini etkileyebilir. Bu nedenle, sağlıklı bir ayakkabı seçimi yapabilmek için kendi ayak tipimizi bilmek önemlidir. Doğru ayakkabıyı seçmek, kişinin ayak tipine uygun destek ve konforu sağlamak adına önemlidir (Turan&Turan Kemik Kas Eklem Sağlığı, 2023).

Bireye özel olan ayak yapısının önemli bir özelliği de ayak kemeridir. Ayak kemerinin yüksekliği, ayağın hareket etme şeklini etkiler. Eğer ayak kemeriniz çok yüksek veya düzse, belirli kısımlarınızın aşırı kullanılması gerekebilir, bu da kas ve eklemler üzerinde fazladan stres yaratabilir. Ayak kemerinin yüksekliğine bağlı olarak, ayak tipleri ve sağlıklı ayakkabı seçimleri değişiklik gösterebilir. Doğru ayakkabı seçimi, ayak kemerinin yapısına uygun destek ve konforu sağlamak adına önemlidir (Candeniz, 2023).

Ayaklar bireyden bireye farklılık gösterdiği için ayak tipine uygun ayakkabılar seçmek, ayağın doğal yapısına destek sağlar. Ayak türünü bilerek, düz taban, yüksek kemer gibi özelliklere uygun ortopedik modeller seçilmelidir.

Ayak sağlığı ve doğru ayakkabı seçimi, günlük yaşamımızda önemli bir rol oynar. Ayakkabı seçiminde yapılan hatalar, çeşitli ayak sorunlarına neden olabilir ve vücut duruşunu etkileyebilir. Bu nedenle, ayak sağlığını korumak ve rahat bir yaşam sürmek için doğru ayakkabı seçimi büyük önem taşır. Ayak tipi, aktiviteler, iş koşulları ve vücut yapısı gibi faktörleri göz önünde bulundurarak uygun ayakkabıyı seçmek, hem ayakların desteklenmesini sağlar hem de olası ayak sorunlarını önler. Doğru seçilmiş ayakkabılar, sadece ayak sağlığını değil, aynı zamanda bacaklar, dizler ve bel gibi diğer vücut bölgelerini de olumlu yönde etkiler. Bu nedenle, ayak sağlığına özen göstermek ve doğru ayakkabı tercihleri yapmak, günlük yaşamının konforlu ve aktif bir şekilde geçmesine yardımcı olabilir.

Ayakkabı seçimi, ayağın rahat hissedilmesi, ayakkabının işlevi ve ayağa tam oturması gibi önemli faktörlere de odaklanmayı gerektirir. Ayakkabı stilleri ve tasarımları sürekli değişse de, kişinin ayak koşullarına uygun olan, sağlıklı ve destekleyici bir ayakkabı seçimi önemlidir. İş ve aktiviteleri de göz önüne alınarak uygun ayakkabı seçimi ayakkabı seçiminde aktiviteye uygunluğu göz önünde bulundurmak önemlidir. Koşu ayakkabıları koşu için tasarlanmışken, günlük kullanım için rahat ve destekleyici ayakkabılar tercih edilebilir. Spesifik aktiviteler için özel tasarlanmış ayakkabılar, performans ve konfor açısından daha etkili olabilir.

Ayakkabının doğru numarasını seçmek, rahatlık ve konfor açısından kritiktir. Ayakkabı, ayak parmaklarının ucuna değmeden, yeterli genişlikte ve tabanlık desteği sağlayacak şekilde olmalıdır. Ayakkabının iç kısmı da yumuşak ve ayak anatomisine uygun yapmak, genel ayak sağlığını olumlu yönde etkiler.

Ayakkabının üretildiği malzeme, hem rahatlık hem de dayanıklılık açısından önemlidir. Nefes alabilir malzemeler, terleme sorunlarını önleyebilir. Deri, sentetik malzemeler veya özel teknolojik malzemeler, ihtiyaca göre seçilebilir.

Ayakkabının tabanı, ayağınıza destek sağlamalı ve yürüme esnasında rahat hissetmenizi sağlamalıdır. Yumuşak bir taban yastıklama sağlarken, sert ve destekleyici bir taban, ayak yapınıza uygun destek sunabilir (Özkan ve ark., 2018).

Kaliteli malzemelerden üretilmiş ve uzun ömürlü olabilecek ayakkabıları seçmek önemlidir. Ancak bu, aşırı pahalı olmaları anlamına gelmez. İyi bir fiyat ve kalite dengesi aramak, sağlıklı ve konforlu ayakkabılar bulunmasına yardımcı olur.

Ayak sağlığını korumak ve konforlu bir deneyim yaşamak için bu önerileri göz önünde bulundurarak ayakkabı seçimi yapılmalıdır.

5.FARKLI AYAKKABI MALZEMELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

5.1 Deri ve. Sentetik Malzemeler

Deri ve sentetik malzemeler, ayakkabı üretiminde yaygın olarak kullanılan iki farklı kategoriye temsil eder. Deri ve sentetik malzemeleri karşılaştırılması aşağıdaki şekildedir:

Deri:

Avantajları:

Doğal malzeme: Deri, hayvan derilerinden elde edilir ve doğal bir malzemedir. Doğal özellikleri nedeniyle sağlık açısından avantaj sağlar.

Nefes Alabilirlik: Deri ayakkabılar genellikle nefes alabilir, hava sirkülasyonuna izin verir ve ayakların terlemesini azaltabilir. Ayakları yazın serin, kışın sıcak tutar. Bu özelliği nedeniyle, ayakta koku ve bakteri oluşumunu engelleyen bir özelliğe sahiptir.

Esneklik ve Uyum: Deri zamanla şekil alabilir, bu da zaman içinde ayakkabının ayağınıza daha iyi uyum sağlamasına yardımcı olabilir.

Estetik Değer: Deri genellikle estetik olarak değerli kabul edilir ve birçok kişi tarafından şık bulunur.

Dezavantajları:

Maliyet: Deri genellikle daha pahalıdır, bu nedenle deri ayakkabılar genellikle yüksek fiyat etiketleriyle gelir.

Bakım Gereksinimi: Deri, düzenli bakım gerektirebilir. Su ve leke dayanıklılığı için özel bakım ürünleri kullanılabilir.

Sentetik Malzemeler:

Avantajları:

Daha Uygun Fiyatlı: Sentetik malzemeler genellikle daha uygun fiyatlıdır, bu da bütçe dostu seçenekler sunabilir.

Dayanıklılık: Sentetik malzemeler, genellikle suya dayanıklı ve çeşitli hava koşullarına karşı dayanıklı olabilir.

Hayvan Dostu: Deri kullanmaktan kaçınmak isteyenler için sentetik malzemeler hayvan dostu bir seçenek sunar.

Dezavantajları:

Nefes Alabilirlik: Bazı sentetik malzemeler, deri kadar iyi nefes alabilirlik sunmaz ve terleme sorunlarına yol açabilir.

Estetik Değer: Sentetik malzemeler, deri kadar doğal ve şık bir görünüme sahip olmayabilir.

Her iki malzeme türü de belirli avantajlara ve dezavantajlara sahiptir. Ayakkabı seçimi, bireyin tercihlerine, bütçesine ve kullanım amacına bağlı olarak değişebilir. Deri genellikle kalite ve estetik arayanlar için tercih edilirken, sentetik malzemeler daha uygun fiyatlı ve dayanıklı bir seçenek sunabilir (Berber ve Keskin, 2021).

5.2. Geleneksel ve Teknolojik Malzemeler

Geleneksel ve teknolojik malzemeler, ayakkabı üretiminde kullanılan iki farklı kategori arasında karşılaştırılabilir. Bu türlerin özellikleri:

Geleneksel Malzemeler:

Özellikler:

Doğal Kaynaklar: Geleneksel malzemeler genellikle doğal kaynaklardan elde edilir. Örnek olarak deri, pamuk ve ahşap gibi malzemeler bulunur.

El İşi: Geleneksel ayakkabılar genellikle el işçiliği ile üretilir. Bu, daha kişiselleştirilmiş tasarımların mümkün olmasına ve zanaatkarlık unsuruna değer katmasına olanak tanır.

Estetik Değer: Geleneksel malzemeler genellikle estetik açıdan değerli kabul edilir ve kültürel veya moda uygun tasarımlar sunabilir.

Avantajları:

Doğal ve Organik: Geleneksel malzemeler genellikle doğal ve organiktir, bu da çevresel açıdan daha sürdürülebilir bir seçenek sunabilir.

Dezavantajları:

Bakım Gereksinimi: Bazı geleneksel malzemeler, özellikle deri gibi, düzenli bakım gerektirebilir.

Ağırlık: Bazı geleneksel malzemeler daha ağırdır, bu da taşıma konforunu etkileyebilir.

Teknolojik Malzemeler:

Özellikler:

Sentetik ve Hafif Malzemeler: Teknolojik malzemeler genellikle sentetik ve hafif malzemeleri içerir. Örnek olarak naylon, polyester ve özel spor ayakkabı teknolojilerinde kullanılan malzemeler bulunur.

Yenilikçi Tasarımlar: Teknolojik malzemeler, genellikle spor ayakkabılarında kullanılan özel teknolojilere sahiptir. Bu teknolojiler, konfor, performans ve dayanıklılığı artırabilir.

Su Geçirmezlik ve Hava Akışı: Bazı teknolojik malzemeler, su geçirmez kaplamalara veya nefes alabilir özelliklere sahiptir.

Avantajları:

Performans Artışı: Teknolojik malzemeler, özel tasarımları ve teknolojik özellikleri sayesinde performans artışı sağlayabilir.

Çeşitlilik: Teknolojik malzemeler, genellikle daha çeşitli renk, desen ve tasarım seçenekleri sunar.

Dezavantajları:

Sentetik Yapı: Bazı kişiler, sentetik malzemelerin doğal olmayan bir hissiyat yaratabileceğini düşünebilir.

Sürdürülebilirlik: Bazı teknolojik malzemelerin üretimi çevresel etkilere neden olabilir ve sürdürülebilirlik konusunda endişelere yol açabilir.

Her iki malzeme türü de belirli kullanım senaryolarına ve kişisel tercihlere bağlı olarak seçilebilir. Geleneksel malzemeler daha klasik bir stil ve doğal hissiyat arayanlar için uygundur, teknolojik malzemeler ise performans ve yenilik arayanlar için idealdir (İrmiş ve Eroğlu, 2015).

6.SONUÇ

Herkesin ayak yapısı farklıdır. Ayak yapısını tespit etmek veya ettirmek ilk olarak çocuk yaşlarda ebeveynlere düşer. Ortopedi uzmanına danışarak bu konuda ilerleme kaydedilebilir.

Ayak tipindeki bireysel farklılıklar, vücut duruşunu, yürüme ve koşma biçimini ve hatta ayak, diz ve kalça problemlerini etkileyebilir. Bu nedenle, sağlıklı bir ayakkabı seçimi yapabilmek için herkes ayak tipini bilmelidir. Doğru ayakkabıyı seçmek, kişinin ayak tipine uygun destek ve konforu sağlamak adına önemlidir.

Ayakkabı seçiminde yapılan hatalar, çeşitli ayak sorunlarına neden olabilir ve vücut duruşunu etkileyebilir. Bu nedenle, ayak sağlığını korumak ve rahat bir yaşam sürmek için doğru ayakkabı kullanılmalıdır. Ayak tipi, aktiviteler, iş koşulları ve vücut yapısı gibi faktörler göz önünde bulundurularak uygun ayakkabıyı seçmek, hem ayakların desteklenmesini sağlar hem de olası ayak sorunlarını önler. Spor ayakkabılar içinde dahi farklı sporlara uygun ayakkabılar üretilmiştir. Doğru seçilmiş ayakkabılar, sadece ayak sağlığını değil, aynı zamanda bacaklar, dizler ve bel gibi diğer vücut bölgelerini de olumlu yönde etkiler. Bu nedenle, ayak sağlığına özen göstermek ve markaya odaklanmak yerine doğru ayakkabıya odaklanmak, günlük yaşantımızın konforlu ve aktif bir şekilde geçmesine yardımcı olur.

Ayakkabı seçimi, ayağın rahat hissedilmesi, ayakkabının işlevi ve ayağa tam oturması gibi önemli faktörlere de odaklanmayı gerektirir. Ayakkabı stilleri ve tasarımları sürekli değişse de yani moda değişse de kişi ayak koşullarına uygun olan, sağlıklı ve destekleyici bir ayakkabı seçmelidir.

Yanlış ayakkabı seçimi sonucu oluşan ayak sorunları, sadece fiziksel rahatsızlıklara neden olmakla kalmayıp aynı zamanda kişinin genel yaşam kalitesini de etkiler. Ağrı ve rahatsızlıkla baş etmek, hareketliliği sürdürmek, sosyal ilişkilerden keyif almak, olumlu bir öz imajı korumak, aktif bir yaşam sürmek ve bağımsızlık hissini yüksek tutmak, kişinin yaşamından zevk almasını etkileyen temel unsurlardır. Bu nedenle, ayak sağlığına gereken önem ve özenin gösterilmesi, genel yaşam kalitesini artırmak adına kritik bir adımdır.

KAYNAKÇA

- [1] Akçakale, N., Ayakkabı Tabanlarında Kauçuk Kullanımı, Technological Applied Sciences, 11(3), 86-97, 2016.
- [2] Akçalı, K., Farklı Spor Branşlarında Kullanılan Akıllı Tekstil Ürünlerinin İncelenmesi, International Journal of Science Culture and Sport, 689-702, 2016.
- [3] Berber, G. Ş., Keskin, E. Sürdürülebilir Modada Güncel Bir Yaklaşım: Vegan Deri, Uluslararası Kültürel ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 7(2), 143-157, 2021.

- [4] Candeniz, Ş., Podogeriatrye Bütünsel Bakış, Sağlık Bilimlerinde Öncü ve Çağdaş Çalışmalar, 917-935, 2023.
- [5] Çaparuşağı, N.A., Ovayolu, N., Diyabetik Ayak ve Bakımı, Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi, 9(2), 89-97, 2006.
- [6] Güçhan, Z., Özeydınlı, E. I., Demirel, S., Yüzlü, V., Bek, N., Ayakkabı Kullanımı ile Ayak Deformiteleri, Denge ve Fonksiyonel Performans Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation, 1(1), 35-42, 2014.
- [7] Gündüz, H., *Futbolda Ayak ve Ayak Bileği Problemleri*, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 1996.
- [8] Güzel, S., Karakız, C., Türkiye’de 38 Numara Ayakkabı Giyen 18-25 Yaş Arası Kadınların Ayak Ölçülerinin ve Tiplerinin İncelenmesi, Social Sciences Studies Journal (SSS Journal), 7(88), 4186-4198, 2022.
- [9] İrmış, A., Eroğlu, Ş. G., Bir Kırsal Kalkınma Modeli Olarak Geleneksel Üretimi Yeniden Canlandırma Örneği: Yeşilyuva Ayakkabı Üretimi, In International Conference on Eurasian Economies, 689-698, 2015.
- [10] Kanbak, A., *Ayak Giydirmeye Sanatı (Ayakkabı)*, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, 2010.
- [11] Kartal, M., Tozun, H., Osmanlı Deri Cilt Sanatı ve Sahtiyan-Meşin Kullanımı, Journal of Humanities and Tourism Research, 12(3), 541-559, 2022.
- [12] Kıraylar, E., *Poliüretan Koagüle Zeminlere Üretan Akrilat Tipi Oligomerlerin Uv Radyasyonla Kaplanması ve Özelliklerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.
- [13] Oral, O., Dirgar, E., *Deri Saracıye Ürünleri ve Özellikleri*, İksad Yayınevi, Ankara, 94 s., 2022.
- [14] Özkan, V. K., Uzun, M. T., Gündoğan, M. T., Günlük Kullanılan Spor Tipi Ayakkabılarda Fungal Kontaminasyonun Belirlenmesi. Mantar Dergisi, 9(2), 182-187, 2018.
- [15] Sevilmiş, A., Erdoğan, A., Abdil, A. R. I., Topuz, R., Şirin, E. F., Maraton Branşında Ayakkabı Seçimi ve Özellikleri, Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 15(4), 111-116, 2017.
- [16] Turan&Turan Kemik Kas Eklem Sağlığı, <https://turanturan.com.tr/blog/ayak-sagliginiz-icin-nasil-ayakkabi-secmelisiniz/> (Erişim Tarihi: 14.10. 2023).

- [17] Yüksel, N., *20. Yüzyıldan Günümüze Topuklu Kadın Ayakkabılarında Tekstil Kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, İstanbul, 2019.

RPA AND AI: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES

Zeynep ÖRPEK

Vakıf Participation, Research & Development Center, zeynep.orpek@vakifkatilim.com.tr -
0000-0001-7130-9118

Büşra TURAL

Vakıf Participation, Research & Development Center, busra.turaldemir@vakifkatilim.com.tr -
0000-0003-3645-8761

Samet ÖZMEN

Vakıf Participation, Research & Development Center, samet.ozmen@vakifkatilim.com.tr -
0000-0002-8398-3107

ABSTRACT

With the developing technology, Robotic Process Automation (RPA) and Artificial Intelligence (AI) are two important technologies that are rapidly becoming widespread and creating a great impact on the business world and the business processes of companies. RPA is used to automate repetitive and rule-based tasks, and its main goal is to reduce errors and speed up business processes by minimizing human intervention. The use of RPA is especially common in areas such as finance, accounting, customer service, and human resources. Artificial intelligence stands out as a technology equipped with learning and decision-making capabilities. Various techniques such as deep learning, natural language processing, image recognition, and predictions are very powerful in analyzing and understanding data. When RPA and AI are combined with their ability to automate business processes and handle complexity, AI can handle complexity while RPA automates business processes. For example, an RPA bot automates data entry of invoices, while AI can analyze this data. Since integrating these technologies has the potential to give companies a competitive advantage by accelerating the transformation of business processes, the necessity for companies to invest in these technologies and adopt this transformation is becoming increasingly important. This study, focusing on the advantages and challenges provided by the collaboration of RPA and artificial intelligence, will discuss how it has changed the business world, how business processes are better optimized, and its challenges and opportunities.

Keywords: Robotic Process Automation (RPA), Artificial Intelligence (AI), Automation of Processes

1. INTRODUCTION

With the development of technology, RPA (Robotic Process Automation) technology has started to automate repetitive and routine tasks in business processes and represents an important transformation. RPA are systems that provide more value by automating processes that are rule-based, fixed and regularly performed, repetitive, and open to human error, and by transferring routine tasks to robotic systems, directing the effort of employees to tasks that require high added value, analysis and reasoning (APAK, 2022). In his study, Gupta argued that the probability of error is high in the business processes that people do manually, and with the use of RPA, the probability of error can be minimized and at the same time save time (Gupta, 2019). Willcocks also argued in his study that with the use of RPA, robots can perform repetitive tasks faster than employees without human error and fatigue, while employees can perform more value-added tasks that require decision-making, judgment, communication with customers, and emotional intelligence (Willcocks, 2017). In their study, Gradim and Teixeira made inferences about which processes RPA technology can be applied to and which processes it cannot be applied to. With these inferences, it is aimed to use the human labor force more effectively in companies (Gradim, 2022).

RPA technology is increasingly being adopted to focus human resources on more strategic tasks and achieve operational excellence while increasing the efficiency of businesses. This technology increases the competitive advantage of companies by providing accuracy, speed, and efficiency while reducing manual workflows. RPA has been adopted in many areas such as sales, marketing, payments and account management, human resources, and information technologies in the organizational structure of companies (IBM, 2022). According to Gartner, the use of RPA technology has increased with the pandemic, and nearly 90% of large companies worldwide have started using RPA technology to enable digitally critical business processes and free employees from manual efforts (Gartner, 2021). According to IBM, 64% of RPA is used in digital and data security processes, 60% in general IT operations, 51% in financial management and planning tasks, 49% in marketing analytics, and 46% in sales forecasting and customer experience optimization (Doğuç, 2021). According to a study, while RPA is active in many sectors, 70% of these sectors are banking and insurance. (Özdem, 2022) Companies in finance and banking have been introduced to RPA earlier than other companies, and these companies perform most of their payments and invoicing processes through RPA. In addition, processes such as creating high-volume and repetitive quarter-end reports and balance sheet statements are done through RPA in these companies. In 2025, it is thought that the number of people working and the number of robots working will be equalized (Özdem, 2022).

With the rapid development of technology, one of the concepts that has greatly increased its use in the business world is artificial intelligence (AI) technology. AI can be intellectually defined as software technologies that have the ability to imitate human skills, communicate, learn, develop, and adapt (Tamer, 2020) . While AI is defined as information processing systems that mimic the qualities of human intelligence (Lucky, 2020) it also encompasses a range of interconnected technologies such as data mining, machine learning, voice processing, image processing, sentiment and sentiment analysis (Shabbir, 2018).

AI applications in business processes have become an important tool to increase the operational efficiency of businesses, improve decision-making processes, and create smarter and more predictive business models. Thanks to these developments, AI algorithms play a major role in performing repetitive and complex tasks in business processes with their data analysis, learning capabilities, and automation capacities.

Developments in AI enable a better understanding and analysis of business processes (Bal, 2021). Robotic process automation technology, which is gaining momentum with AI, is already positively affecting the continuous audit process by automating routine tasks (N., 2019). RPA technology, which automates routine tasks, also affects audit processes. As machine learning tools become easier to use, companies, including smaller ones, will provide more opportunities for AI in operational business processes (Vasarhelyi M., 2018).

Kanakov and Prokhorovb examined the interaction of AI and RPA, the possible automation of repetitive work processes in various workspaces, and the features of the RPA architecture of the UiPath solution. It was inferred that tools such as voice command detection, speech-to-text, visual recognition, chatbot, OCR (Optical Character Recognition), and IDP (Intelligent Document Processing), which have entered our lives with AI, facilitate business processes that have become routine by filling the gaps on RPA (Kanakov, 2022).

With the combination of RPA technology and AI technology, there is a significant transformation in business processes. AI is being integrated into RPA systems to tackle more complex and predictive tasks. Thanks to this combination, RPA can now perform not only repetitive and rules-based tasks but also more complex tasks such as data analysis, decision-making processes, and customized workflows. This development is helping businesses to create smarter, more efficient, and flexible business processes. RPA can leverage decision-making capabilities in a wide range of areas of engineering, such as decision-making, giving birth to Intelligent Automation, expanding technological capabilities, technological readiness, and the potential of process automation in different application areas. Research indicates that the use of AI can overcome some of the challenges of RPA implementation and organizations can digitally evolve through automation (Ng K, 2021).

The concept of RPA has been further strengthened by using AI to enable computers and robots to learn and apply basic human cognitive functions. The strengthened RPA has contributed to its positioning as an automation technology that extends to many sectors. With these technological developments, companies that carry out large-volume operations use RPA technology and even pioneer it for its development and continuity.

2. METHOD

2.1. RPA

RPA is a technology that enables automating business processes through computer software. This technology is developed by combining relevant technologies such as autonomous systems, machine learning, AI, and robotics (Birol, 2019). It is generally designed to perform repetitive, rule-based, and manual tasks. RPA, like other software programs, runs on a computer, desktop, or server. UiPath, Automation Anywhere, Blue Prism, Kofax RPA, and WorkFusion are widely

used RPA platforms. These platforms are used to develop automation solutions for various tasks. Platform selection depends on companies' needs and preferences.

The general features of RPA are:

- Automation: RPA is designed to automate specific tasks or work steps without human interaction.
- Rule Based: RPA generally works based on certain rules and instructions. Therefore, it is suitable for use in structured and repeatable business processes.
- Integration: RPA systems are often integrated with different software applications, databases, and systems, thus enabling information exchange and data transfer between business processes.
- Speed and Accuracy: RPA provides higher accuracy by minimizing human errors while accelerating business processes.

These general features emphasize that RPA is a technology that provides significant advantages in managing more efficient, error-free, and faster business processes in companies.

The main advantages of RPA are:

- Productivity: RPA increases efficiency in business processes by automating repetitive and rule-based tasks.
- Automating Workflows: RPA enables faster and more streamlined workflows by automating business processes.
- Elimination of Human Error: RPA reduces error rates and increases reliability in business processes by minimizing human intervention.
- Reducing Labor Costs: Automated business processes provide cost savings by reducing the need for human labor.
- Increasing Business Agility: RPA enables businesses to adapt to changing needs faster by accelerating business processes.
- Increasing Process Transparency: RPA increases the traceability and understandability of processes by managing business processes openly and transparently.

These advantages are the main reasons for the adoption of RPA in business. RPA has various uses in various industries such as finance, human resources, customer service, logistics, healthcare, retail, and telecommunications. It enables faster and error-free management of business processes by automating repetitive and rule-based tasks such as invoice processing, inventory management, and customer service responses. This technology increases operational efficiency, directs human resources to strategic tasks, and optimizes overall business processes.

2.2. AI

AI symbolizes the ability of computer systems to have human-like intelligence and abilities. AI mimics intelligence features such as learning, problem-solving, language understanding, perception, and decision-making through algorithms and computer programs. Machine learning, artificial neural networks, deep learning, natural language processing, computer vision, and generative AI are the main methods and technologies.

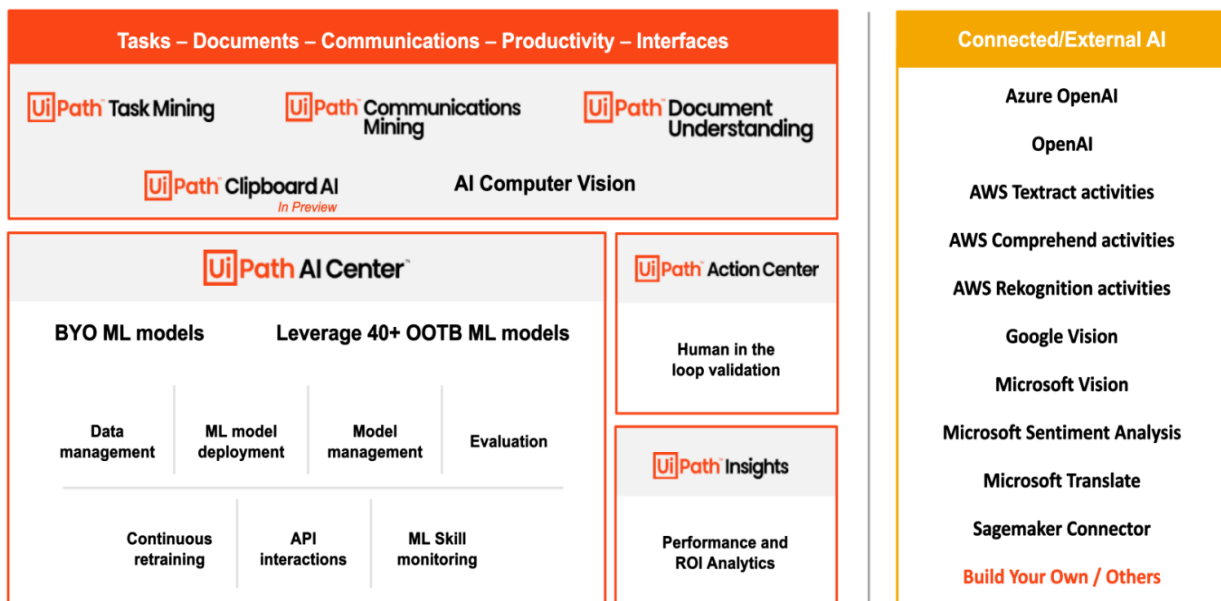
AI works by processing large-scale data through algorithms and iteratively. Patterns or features of the processed data enable AI to learn automatically. AI with various functions works with different methods and technologies.

AI provides various advantages to companies by offering a variety of functions and usage areas in different sectors. It has a wide application area and is widely used in various sectors such as automotive, healthcare, finance, and service sectors. In particular, it contributes to companies' standing out in the competitive environment with the suggestions and data it provides to decision-making processes regarding goals and strategies. Thanks to its ability to automate business processes and make automatic decisions, it increases efficiency and reduces costs. It increases sales rates, improves product or service quality, and optimizes business processes such as supply chain and logistics. It provides a more efficient human resource allocation while improving customer satisfaction, loyalty, and experience. It also helps companies manage personalized marketing activities. These advantages support AI to increase the competitiveness of companies and their continuous development.

2.3. RPA ve AI

RPA is a rule-based technology and is often used to automate repetitive and structured business processes based on predetermined rules. These processes operate based on defined steps under specific conditions and are therefore rule-based. These rules determine what steps RPA bots will follow and how they will react. However, advanced versions of RPA can handle more flexible and complex business processes by also using AI and machine learning techniques.

UiPath, the RPA platform provider widely used in the international market, has made AI a core component of its RPA platform. Thanks to this strategy, every component on the platform uses the power of AI technology. Visual 1 shows the details of this platform.



Visual 1. UiPath RPA Platform Details, 2023 (UiPath, 2023)

The combined use of AI and RPA technologies, which bring about disruptive innovation in various sectors and business processes, entails both advantages and challenges. Choosing the right platform, planning, and management efforts are essential for the integration and efficient utilization of these technologies. The main advantages and challenges are detailed in Visual 2.

Advantages	Challenges
• Productivity Increase • Smart Decision Making • Cost Savings • Digital Transformation • Using Human Resources in More Qualified Jobs • Increasing Corporate Productivity • Improved Customer Experience • Humanoid Communication with Natural Language Processing	• Integration Challenges • Ethics and Trust • License Costs • Security Concerns • Training and Skills Development • Employee Resistance and Onboarding • Unemployment Increase

Visual 2. RPA ve AI Advantages ve Challenges

3. RESULTS

Many sectors that are on the journey of digitalization, moving away from manual processes day by day with their technological infrastructures, benefit from the efficiency potential brought by RPA. Companies prefer to focus on new business models and customer acquisition by outsourcing as many low-value-added operational processes as possible to robots.

The use of AI technology has led to the restructuring of business processes. The adoption of AI by companies has been a groundbreaking innovation in better understanding, analyzing, and planning business processes. Incorporating AI into business processes has also opened up opportunities for the use of other technologies alongside AI.

AI and RPA are two new technologies whose potential has not yet been fully exploited. They are complementary technologies in terms of their capabilities. While AI analyzes data and derives predictions, RPA can take the necessary actions based on these results. This combination strengthens technologies and creates new usage scenarios for different sectors. By using these two technologies together, rule-based manual work is done with AI-supported RPA technology, increasing productivity and efficiency by using the human resources gained in more strategic processes.

4. ACKNOWLEDGMENTS

This research was carried out thanks to the support provided by Vakıf Participation R&D Center. The support provided by Vakıf Participation R&D Center has added a professional dimension to our scientific work. On this occasion, we would like to express our sincere gratitude to Vakıf Participation R&D Center for their valuable support.

REFERENCES

- APAK, S., KORKMAZ AKGÖZ, S., & GÜRSEV, S. (2022). Çağrı Merkezi Süreçlerinde Robotik Süreç Otomasyonu Geliştirilmesi. *Journal of Information Systems and Management Research*, 4(1), 12-24. (2022).
- Bal, Y. &. (2021). The New Power Of Proactive Human Resources Management: HR Analytics And Artificial Intelligence (AI). *Business & Management Studies: An International Journal*, 9(3), 1198–1216, <https://doi.org/10.15295/bmij.v9i3.1863>.
- Birol, B. (2019). https://www.researchgate.net/profile/Burcu-Birol/publication/332123847_RPA_Teknolojilerinin_Muhasebe_Sistemleri_Uzerindeki_Etkisi/links/60153d7e92851c2d4d0337d3/RPA-Teknolojilerinin-Muhasebe-Sistemleri-Uzerindeki-Etkisi.pdf.
- Doğuş, Ö. (2021). Applications of robotic process automation in finance and accounting. *DergiPark*. <https://dergipark.org.tr/en/download/articlefile/1673971>.
- Gartner. (2021). *Gartner. (2021) "Gartner Says Worldwide Robotic Process Automation Software Revenue to Reach Nearly \$2 Billion in 2021". 21-Sep2020 [Online]. . https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-09-21-gartner-says-worldwide-robotic-processautomation-software-revenue-to-reach-nearly-2-billion-in-2021 adresinden alındı*
- Gradim, B. T. (2022). Robotic Process Automation as an enabler of Industry 4.0 to eliminate the eighth waste:a study on better usage of human talent. *ScienceDirect*.<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187705092200816X>.
- Gupta U. "Project report submitted in partial fulfilment of the requirement for the degree of Bachelor of Technology" 1-32, 2019. (tarih yok).
- Gupta, U. (2019). "Project report submitted in partial fulfilment of the requirement for the degree of Bachelor of Technology" 1-32, 2019.
- IBM. (2022). IBM. (n.a.) *"RPA Is Essential for Small and Midsized Enterprises to Gain a Competitive Advantage". [Online]. Available: https://www.techtarget.com/. [Accessed: feb-2022]*.
- Kanakov, F. P. (2022). Analysis and applicability of articial intelligence technologies in the field of RPA software robots for automating business processes. *ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922017616>.
- Lucky, N. (2020). *Can human auditors be replaced by artificial intelligence (AI)*. <https://international.binus.ac.id/finance/can-human-auditors-be-replaced-by-artificial-intelligence-ai/>.
- N., J. (2019). Robotic process automation just got intelligent thanks to machine learning, *Forbes*.
- Ng K, C. C. (2021). "A systematic literature review on intelligent automation: Aligning concepts from theory, practice, and future perspectives". *Advanced Engineering Informatics* 2021;47:101246.
- Özdem, H. B. (2022). Türkiye’de robotik süreç otomasyonu. *DergiPark*. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2021557>.
- Shabbir, J. A. (2018). Artificial intelligence and its role in near future. *arXiv preprint arXiv:1804.01396*.
- Tamer, H. Y. (2020). Yapay Zekâ Bağlamında Dijital Dönüşüm Ofisi. *Ankara Üniversitesi Sbf Dergisi*, 75(2), 775-803.
- UiPath. (2023). <https://www.uipath.com/automation/ai-and-rpa>.

- Vasarhelyi M., R. A. (2018). How robotic process automation is transforming accounting and auditing. CPA Journal, June, <https://bit.ly/2F7t5Ae>.
- Willcocks, L. L. (2017). Robotic process automation: strategic transformation lever for global business services?. Journal of Information Technology Teaching Cases, 7(1), 17-28.

ROBOTİK SÜREÇ OTOMASYONUNA BAĞLI VERİMLİLİK ARTIŞI VE YAPAY ZEKA İLE ROBOTİK SÜREÇ OTOMASYONU SÜREÇLERİNİN DÖNÜŞÜMÜ: VAKIF KATILIM BANKASI ÖRNEĞİ

İlknur COŞKUNER

Vakıf Katılım Bankası, Ar-Ge Yönetim ve Koordinasyon,
ilknur.coskuner@vakifkatilim.com.tr - 0000000237406229

Kazım Tamer KARAGÖZ

Vakıf Katılım Bankası, Ar-Ge Yönetim ve Koordinasyon,
kazim.karagoz@vakifkatilim.com.tr – 0000000299423622

Fatih KAZOVA

Vakıf Katılım Bankası, Ar-Ge Yönetim ve Koordinasyon,
fatih.kazova@vakifkatilim.com.tr - 0000000260281823

ÖZET

Günümüzde teknolojinin hızla evrim geçirmesiyle birlikte, hayatı kolaylaştıran çözümler giderek artmaktadır. Özellikle Yapay Zekanın (YZ) gelişimiyle birlikte Robotik Süreç Otomasyonu (RSO), etki alanını sürekli olarak genişleterek, geleceğin en önemli ve dönüştürücü teknolojilerinden biri olarak öne çıkmaktadır. RSO, temel olarak insan eylemlerini taklit edebilen ve uygulamaları yüksek hassasiyetle işlemek için kullanıcı ara yüzünü veya entegrasyonları kullanan insanlar tarafından manuel gerçekleştirilen, tekrarlanan ve kurallara dayalı görevleri otomatikleştirebilen bir yazılımdır. YZ ve RSO'nun birlikte kullanılması durumunda YZ, karmaşık görevleri anlayabilir ve öğrenebilirken, RSO tekrarlayan işleri hızlı ve düzenli bir şekilde yapar. Bu birleşim, iş süreçlerini daha verimli ve hatasız hale getirir. Bu çalışmada RSO'nun iş süreçlerine sağladığı faydaların ortaya konması ve YZ'nin iş süreçleri üzerindeki potansiyelini ve etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın amacına uygun olarak Vakıf Katılım Bankası örneği kullanılarak yüksek verimlilik ve iş gücü tasarrufu elde edilen RSO projeleri üzerinden iş süreçlerinin nasıl dönüştürüldüğü, bu projelerin iş yükü kazanımı ve çalışma performansı ele alınmıştır. Çalışma bulgularına göre, RSO'nun kurumlara

sadece maliyet avantajı sağlamakla kalmayıp aynı zamanda personel kaynaklarını daha stratejik bir şekilde yönetme fırsatı sunduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, kurumlar RSO kullanarak operasyonel verimliliklerini artırabilir, maliyetleri düşürebilir ve aynı zamanda müşterilere daha hızlı ve etkili hizmet sunarak rekabet avantajı elde edebilirler.

Anahtar Kelimeler: Robotik Süreç Otomasyonu, Verimlilik, Maliyet Tasarrufu, Yapay Zeka

PRODUCTIVITY INCREASE DUE TO ROBOTIC PROCESS AUTOMATION AND TRANSFORMATION OF ROBOTIC PROCESS AUTOMATION PROCESSES WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE: THE CASE OF VAKIF PARTICIPATION BANK

ABSTRACT

Today, with the rapid evolution of technology, solutions that make life easier are increasing. Especially with the development of Artificial Intelligence (AI), Robotic Process Automation (RPA) stands out as one of the most important and transformative technologies of the future by continuously expanding its sphere of influence. RPA is software that can mimic human actions and automate repetitive and rules-based tasks performed manually by humans using the user interface or integrations to process applications with high precision. If AI and RPA used together, AI can understand and learn complex tasks, while RPA performs repetitive tasks quickly and regularly. This combination makes business processes more efficient and error-free. This study aims to reveal the benefits of RPA to business processes and to examine the potential and effects of AI on business processes. In accordance with the purpose of the study, how business processes transformed through RPA projects that achieve high efficiency and labor savings, workload gain and work performance of these projects discussed using the example of Vakıf Participation Bank. According to the findings of the study, it has been determined that RPA not only provides institutions with a cost advantage but also offers the opportunity to manage personnel resources more strategically. Therefore, by using RPA, organizations can increase their operational efficiency, reduce costs, and gain a competitive advantage by providing faster and more effective service to customers.

Keywords: Robotic Process Automation (RPA), Efficiency, Cost Saving, Artificial Intelligence (AI)

GİRİŞ

Dijitalleşme hızının sürekli artmasıyla finans sektörü, günümüzde YZ ve RSO gibi teknolojilerin etkisi altındadır. Finans sektörü, karmaşık işlemler, sürekli veri akışı ve yüksek derecede düzenlenmiş bir ortam içerisinde faaliyet gösterir. Bu bağlamda, YZ ve RSO gibi teknolojiler, kurumların iş süreçlerini optimize etmek, verimliliği artırmak ve maliyetleri düşürmek için güçlü araçlar sunmaktadır. İş dünyasında büyümenin, rekabette öne geçmenin ve başarıyı sürdürmenin yolu ise müşteri beklentilerine ve değişen pazar standartlarına uyum sağlamaktan geçer. Bu nedenle işletmelerin öncelikli gündemleri hız ve çeviklik. Hız ve çeviklik sağlamanın yolu ise dijitalleşme sürecini en iyi şekilde yönetmek ve sürdürmektir.

RSO, işletmelerin uygun süreçlerini otomatikleştirerek pazardaki değişimlere ıstık hızında uyum sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Bilgisayar ekranında gerçekleştirilebilen neredeyse tüm işlemler, robotlar tarafından da gerçekleştirilebilir. Robotlar, web ve masaüstü uygulamalarına kullanıcı adı ve şifre ile giriş yapabilir, e-postaları okuyup gönderebilir, ekrandaki verileri tanıyabilir ve dokümanla edebilir, PDF belgelerindeki bilgileri çıkarabilir ve istenilen sisteme işleyebilir. Bu tür İşlemleri robotlar, genellikle insanlara göre daha hızlı ve daha az hata ile gerçekleştirebilirler [3].

RSO hızla büyüyen bir pazar ve uzmanlar sektöre bugün 3 milyar doların üzerinde değer biçiyor. Bununla birlikte, tahminler RSO alanının yaklaşık 2028'e kadar %11,3 artacağı yönünde. Bu rakamlar, neredeyse %30'luk şaşırtıcı bir yıllık bileşik büyüme oranına işaret ediyor ki bu da YZ gibi kızısan sektörlerle kıyaslandığında oldukça olumlu.

RSO araçlarının belki de en cazip avantajı benimsenme kolaylığıdır. Eski yazılımları değiştirmek, maliyetli uygulama veya entegrasyon projelerine girişmek yerine, RSO yazılımı kutudan çıkar çıkmaz çalışır. Çok fazla kod içermeyen yapıları sayesinde, teknik olmayan ekipler için de mükemmeldirler. RSO teknolojisinin bir diğer faydası ise süreç analizindeki katkısıdır. Örneğin bir çalışan yıllarca aynı işlemi yaparken bazı gereksiz iş adımlarını da farkında olmadan yapabilmektedir. İş robotlara aktarılırken yapılan analiz çalışmasında ikinci bir bakış açısı ile incelenen süreçlerde verimsiz adımlar fark edilir veya başka bir yolla işlem yapılabileceği görülür. Böylece süreç henüz RSO adımına geçmeden dahi optimize edilmeye başlanmış olur [2].

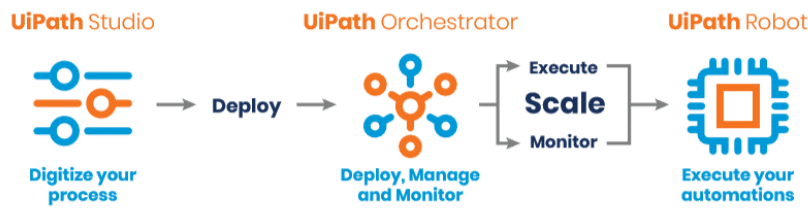
RSO teknolojisi Türkiye'de yakın zamanda aktif hale gelmiş bu sebeple de literatürde çok fazla yer almamıştır. Bu yönüyle bu çalışma akademik alanda özgün ve yeni bir konu olarak

nitelendirilebilir. Ayrıca RSO'nun gerçek değeri, insanlara yardımcı olma ve onları güçlendirme potansiyelinde yatmaktadır. Dolayısıyla RSO, insanların yenilik yapmalarına ve daha değerli katkılarda bulunmalarına olanak tanır.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Bankacılıkta RSO

Vakıf Katılım Bankası RSO geliştirmelerinde UiPath kullanmaktadır. UiPath temel olarak Studio, Orchestrator ve Robottan oluşmaktadır[7][16].



Görsel 1. UiPath Bileşenleri

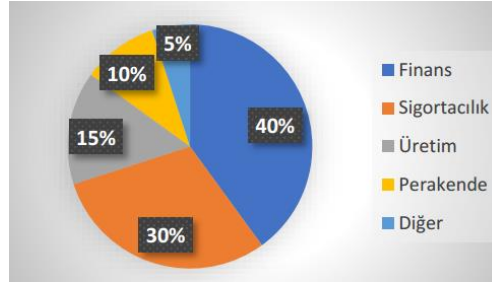
UiPath Studio ile otomasyonlar tasarlanarak geliştirilmektedir. Studio'da bulunan hazır aktiviteler ile sürükle bırak yöntemi kullanılarak geliştirme yapılmaktadır. Gerekli olması durumunda VB.Net, C#, Python ve Java gibi desteklenen farklı yazılım dilleri de kullanılabilir. 3 farklı UiPath Studio bulunmaktadır. Bunlar; Studio, StudioX ve Studio Pro'dan oluşmaktadır [7].

UiPath Orchestrator, robotların ve geliştirilen süreçlerin yönetildiği kontrol panelidir. Orchestrator'da geliştirilen süreçlerin çalışma takvimi, kuyruk yapısı, robotların lisans durumu ve log kayıtları kontrol edilerek izlenebilmektedir [5].

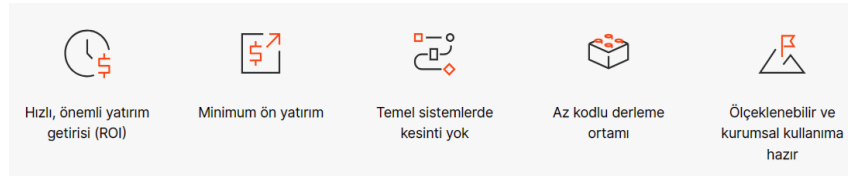
UiPath Robot, Studio ortamında geliştirilmiş ve Orchestrator üzerinde zaman planlaması yapılmış süreçleri çalıştıran dijital işçilerdir. UiPath katılımlı (attended) ve katılımsız (unattended) robotlar (veya hibrit) sunar. Katılımlı robotlar, ön yüzde yapılan işlemleri otomatikleştirmek için kullanıcılarla işbirliği içinde çalışır. Katılımsız robotlar, veri işleme süreçlerini otomatikleştirmek için arka planda veya sanal ortamlarda otomatik olarak çalışır. Bu robotlar çeşitli sistemlerle uyumludur. Citrix, desktop, web, SAP, mainframe ve diğer birçok sistemdeki iş akışlarını otomasyona dönüştürebilmektedir [7].

2.2. RSO'nun Kullanım Alanları

RSO'nun kullanımı çok hızlı bir şekilde artmaktadır. Ülkemizdeki birçok kurum da RSO'yu süreçlerinde kullanmaya başlamıştır [12]. Bu kapsamda Görsel 4 üzerinden Türkiye'de sektör olarak RSO kullanımına bakıldığında özellikle finans ve sigortacılık sektörlerinde RSO kullanımının oldukça yaygın olduğu görülmektedir [17].



RSO'nun geliştirilme süreci normal bir yazılım süreçlerine göre oldukça hızlı ve maliyeti düşüktür. Aşağıdaki şekilde RSO'nun hızlı büyüme nedenlerini gösteren özet bulunmaktadır [5].



Görsel 5. RSO Avantajları

Gartner tarafından 2023 yılında yayımlanan RSO pazar payı raporuna göre UiPath liderliğini korumaya devam etmektedir [6]. RSO'ya olan ilginin de artmasıyla birlikte yeni uygulamalar piyasaya sunulmaktadır.



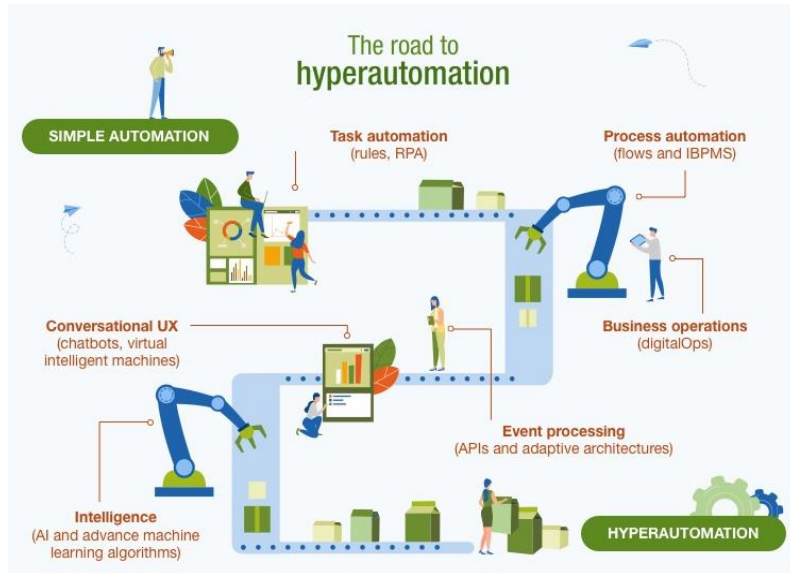
Görsel 6. RSO Pazar Payı, [6]

Ülkemizde RSO'ya olan ilginin artmasıyla birlikte yerli RSO ürünlerinin sayısı her geçen gün artmaktadır. Bu uygulamalara örnek olarak GENRPA, VooDoo RPA, Robusta, Turkcell RPA ve Robomotion verilebilir. Ancak ülkemizde yaşanan enflasyon neticesinde Türk Lirasında oluşan değer kaybı RSO ürünlerinin maliyetinin artmasına sebep olmaktadır. Hem yerli olması hem de maliyetlerin daha düşük olması sebebiyle yerli RSO ürünlerine eğilimin arttığı söylenilebilir.

Bankacılık ve sigortacılık gibi çok fazla müşteri ve işlem hacmi bulunan sektörlerde RSO'nun kullanılmasıyla birlikte iş süreçlerinde verimlilik artışı sağlanmaktadır. Operasyonel işlemlerden kurtulan çalışanların daha karmaşık ve nitelikli işlere yoğunlaşması sağlanabilmektedir [4]. Vakıf Katılım Bankası olarak 2020 yılında başlanılan RSO kullanımı süreçlerin geliştirilmesiyle birlikte artarak devam etmektedir. Geliştirilen süreç sayısının artması sonucunda kullanılan robotlardaki doluluk oranları takip edilerek gerekli olması halinde yeni robotlar ilave edilmektedir.

2.3. Hiper (Akıllı) Otomasyon

RSO farklı yapay zeka ürünleri ile kullanıldığı zaman daha efektif ve verimli hale gelmektedir. RSO'nun kullanımının artmasıyla birlikte gelişmeye de devam etmektedir. Bu gelişim sürecinde otomasyon kavramı gelişerek hiper otomasyon (akıllı otomasyon) kavramını oluşturmuştur.



Görsel 7. Hiper Otomasyon Akışı [6]

Hiper otomasyon, yoğun operasyonel süreçlerin hızlanması, insan maliyetinin düşürülmesi, verimlilik artışı ve hataları minimuma indiren bir iş tekniğidir [2]. Yapılan otomasyonların hiper otomasyon olarak nitelendirilebilmesi için RSO'nun Makine öğrenmesi(ML), doğal dil işleme(NLP), karakter tanıma (OCR) gibi birden fazla teknolojiyle birlikte kullanılması gerekmektedir [3]. Hiper otomasyona örnek olarak aşağıdaki süreçler verilebilir:

- İş başvurularında elde edilen özgeçmişler RPA ile okunarak ChatGPT'ye gönderilir. ChatGPT gönderilen özgeçmişleri puanlayarak dönüş sağlar. Elde edilen puanlar RPA ile insan kaynakları birimine iletilir. Örnek bu süreç ile işe alımlar çok daha hızlı ve ilgili pozisyon için daha doğru adayın işe alınması sağlanabilir.
- Bankaya online olarak gelen bloke, e-haciz, ipotek gibi yazılar yapay zeka ile türüne göre kategorilere ayrılır. Ayrıştırılan bu yazılar RSO ve OCR teknolojisi kullanılarak okunur ve gerekli aksiyon alınır.

Literatürde yapılan araştırmalar hareketle teknolojinin her geçen gün hız kazandığı bu çağda iş süreçlerinde dijitalleşmede robotik süreç otomasyonu kullanımı kurumlara yüksek verimlilik ve rekabet avantajı sağlamaktadır. Bu kapsamda sektördeki çalışmalar incelediğinde, katılım bankacılığının en genç üyelerinden biri olan Vakıf Katılım'ın iş süreçlerinde robotik süreç otomasyonunu kullandığı görülmektedir.

ÖRNEK BİR BANKADA ROBOTİK SÜREÇ KULLANIMI ve VERİMLİLİK ÜZERİNE VAKA ANALİZİ

1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada; yukarıda ifade edilen faktörler dikkate alınarak robotik süreç otomasyonunun iş süreçlerine sağladığı faydaların ortaya konması amaçlanmıştır. Çalışmanın amacına uygun olarak Vakıf Katılım Bankası'nda yüksek verimlilik ve iş gücü tasarrufu elde edilen robotik süreç otomasyonu projeleri üzerinden iş süreçlerinin robotik süreç otomasyonuna nasıl dönüştürüldüğü, bu projelerin iş yükü kazanımı ve çalışma performansı ele alınmıştır. Ayrıca araştırmanın yapıldığı kurumda robotik süreç otomasyonunu kullanan süreç sahipleri ile birebir görüşmeler yapılarak robotların iş süreçlerindeki performansı hakkındaki görüşleri sorulmuştur.

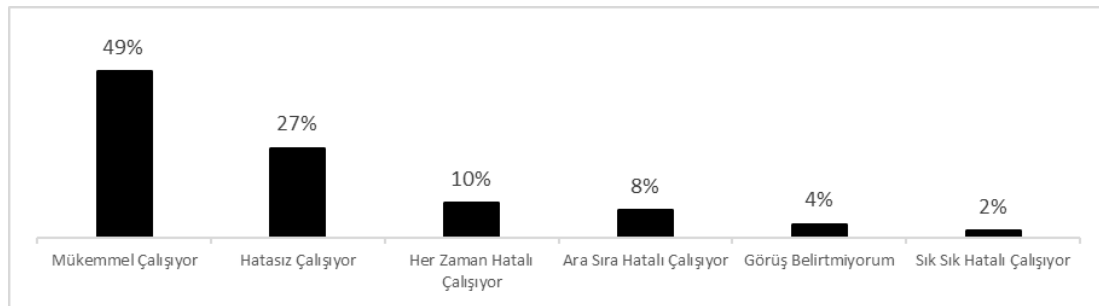
2. Veri ve Vaka Analizi

Araştırmaya konu olan kurumun 2020-2023 yılları arasında iş süreçlerinin robotik süreç otomasyonuna nasıl dönüştürüldüğünün araştırma kapsamında analiz edildiği projelerin iş gücü ve maliyet karşılaştırması Çizelge 1’de sunulmuştur. Ayrıca süreç sahipleri ile yapılan görüşme sonucunda süreç sahiplerinin yanıtlarına ait bulgular ise Görsel 6’da iletilmiştir.

Çizelge 1. Analize Konu Olan Örnek Projelerin 2020-2023 Yılları Arasındaki İşgücü ve Maliyet Karşılaştırması

Proje Numarası	İşin Tamamlanma Süresi		Günlük İş Yükü Tasarrufu	Yıllık Çalışma Kazanımı	Günlük Maliyet Tasarrufu	Çalışma Periyodu	Robotun Toplam İşlem Sayısı
	Çalışan	Robot					
Proje 1	15.63 dk.	1.06 dk.	5.46 fte.	7,985 st.	4,391.887 ₺	Her Gün	154.900
Proje 2	17.00 dk.	8.00 dk.	17.43 fte.	25,491 st.	14,020.256 ₺	Her Gün	59.975
Proje 3	15.00 dk.	1.00 dk.	0.71 fte	1,038 st.	571,106 ₺	Her Gün	14.011

Çizelge 1 incelediğinde analize konu olan projelerdeki sürecin çalışan tarafından yapılması durumunda bir işlem süresi 00:16:00 dakika iken sürecin robot tarafından yapılması durumunda bir işlem süresi ortalama 00:03:22 dakika olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu süreçlerden toplam 18,983.24₺ Türk Lirası(₺) maliyet tasarrufu sağlandığı ve bu maliyet tasarrufu kapsamında robotun ortalama 76.29 adet işlem yaptığı tespit edilmiştir.



Görsel 8. Yapılan Görüşmelerde Süreç Sahiplerinin Verdikleri Cevaplar

Süreç sahipleriyle yapılan görüşmede “İş Sürecinizi Çalıştıran Robotun Çalışma Performansını Nasıl Değerlendirirsiniz” sorusuna süreç sahiplerinin verdikleri yanıtlar Görsel 6’da incelediğinde süreç sahiplerinin %49’u robotun mükemmel çalıştığını, %27’si hatasız çalıştığını, toplam %20’si hatalı çalıştığını ve %4’ünün de soruya yanıtızsız kaldığı tespit edilmiştir. Görüşme esnasında hatalı çalışan robotların çalışma performansı incelediğinde ise

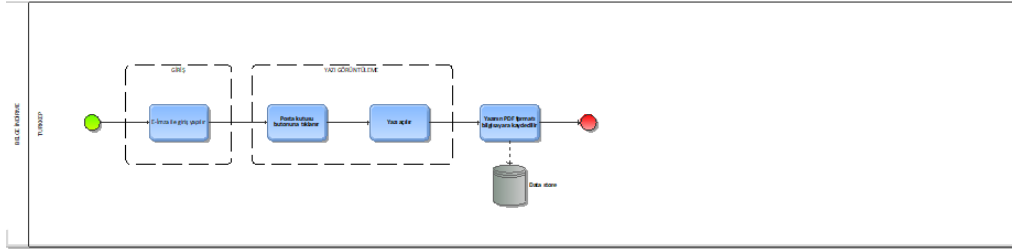
analizde iletilen senaryolarda, kurallarda veya yetkilerde farklılıklar olduğundan dolayı robotun hatalı çalıştığı tespit edilmiştir.

2.1. Analize Konu Olan Projeler

Proje 1: Belgelerin Robot Tarafından Okunması

Bu projede robotun yazılımında ağırlıklı olarak kullanılan RSO aktivitesi OCR olmuştur. Projeye konu olan süreçte, önemli içerikli resmi yazılar ve tebligatlar resmi bir sistem üzerinden temin edilmektedir. Daha sonra kuruma gelen yazının temel bilgileri sisteme kaydedilir ve yazının detayına göre gerekli aksiyonlar alınarak gelen yazıya alınan aksiyonlara ilişkin cevap yazısı oluşturularak yazının geldiği kuruma cevap gönderilir. Bu şekilde manuel olarak birden fazla kişi tarafından sıklıkla yapılan bu işlem otomatize edilerek robotik süreç otomasyonuna dönüştürülmüştür.

Sürecin yazılımının akışında robot gelen resmi yazıları OCR teknolojisi kullanarak okur ve aşağıda görsel 7’de iletilen akış diyagramına göre yazıyı sisteme kaydeder.



Görsel 9. Sürecin Akış Diyagramı

Daha sonra robot sisteme kaydedilen her bir yazı içeriğinde belirtilen hesap araştırmalarını farklı sistemleri kullanarak yapar ve yaptığı araştırma sonucuna göre sistem üzerinden cevap yazısı oluşturur.

Proje 2: Müşteri Sorgularının Robot Tarafından Yapılması

Bu projede robotun yazılımında ağırlıklı olarak kullanılan RSO aktiviteleri Excel, Mail ve ERP entegrasyonu olmuştur.

Süreçte firmaların olumsuz kayıtları(icra, kkb skor, temerrüt vb.) manuel olarak farklı sistemlerden incelenmekte ve bu kapsamda müşterilerin moraliter sorgusu manuel olarak yapılmaktadır. Bu şekilde manuel olarak birden fazla kişi tarafından her iş günü sıklıkla yapılan bu işlem otomatize edilerek robotik süreç otomasyonuna dönüştürülmüştür.

Müşterilerin moraliter sorgusuna yönelik geliştirilen bu proje ile sorgulamanın yapılacağı sistemdeki ana ekrana eklenen bir buton aracılığıyla robotun çalışması tetiklenmektedir. Daha sonra robot moraliter sorgulamasını yapıp sorguyu yaptıran çalışana çalışma sonucunun raporuna ilişkin mailini göndermektedir.

Proje 3: Müşterilerin Talimatına Göre Robot Tarafından Firma İşlem Limitlerinin Güncellenmesi

Bu projede robotun yazılımında ağırlıklı olarak kullanılan RSO aktivitesi Mail ve ERP ekranına bağlanma (Attach Window) olmuştur. Projeye konu olan bu süreçte alıcı ve satıcı bilgilerinin kaydedildiği sistemde alıcı kodu bilgisi boş olan müşteriler tespit edilmekte ve kod bilgisi müşteriden talep edilerek temin edilmektedir. Daha sonra temin edilen kod bilgisi ilgili sisteme kaydedilmektedir. Bu şekilde manuel olarak birden fazla müşteri için her iş günü yapılan bu işlem otomatize edilerek robotik süreç otomasyonuna dönüştürülmüştür. Süreçte yapılan otomasyon sonrasında robot her iş günü çalışarak alıcı kodu olmayan firmalardan kod bilgisi boş olan firmaları tespit etmekte ve aşağıda detaylı olarak iletilen işlem adımlarını gerçekleştirerek alıcı kodu olmayan firmalardan alıcı kodunu temin edip sisteme kaydetmektedir.

Robotun işlem adımları şu şekilde:

- [1] Alıcı kodu sistemde kayıtlı olmayan firmaya mail gönderir.
- [2] Gönderilen mail sonrasında alıcı kodu bilgisinin sistemde kayıtlı olup olmadığını ve maile firmadan cevap gelip gelmediği belirli zaman periyotlarında robot tekrar kontrol eder.
- [3] Firmadan cevap geldiğinde robot alıcı kodunu kontrol ederek gönderilen bilginin alıcı kodu olup olmadığını teyit eder. Eğer mailde gönderilen bilgi bir alıcı kodu formatındaysa sisteme kodu kaydeder. Ama mailde gönderilen bilgi bir alıcı kodu formatında değilse müşteriye kodun geçersiz olduğuna ilişkin mail göndererek alıcı kodunu tekrar talep eder.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Araştırma kapsamında analize konu olan örnek projelerin 2020-2023 yılları arasındaki işgücü ve maliyet karşılaştırması sonucunda robotun daha kısa sürede daha fazla işlem yapabildiği ortaya çıkmıştır. Ayrıca robotların insana göre daha fazla işlem yaptığından dolayı yapılan işlem sayısı artmasına ve sürecin otomatize edilmesine bağlı olarak RSO'nun iş gücü ve maliyet tasarrufu sağladığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte alandaki araştırmalar incelendiğinde

RSO'nun geliştirilme süreci normal bir yazılım süreçlerine göre oldukça hızlı ve maliyeti düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır [5][12]. Bu nedenle RSO'nun iş süreçlerinde kullanımı kurumlara iş gücü ve farklı ücret kalemlerinde maliyet tasarrufu sağladığı ifade edilebilir.

Analize konu olan örnek süreçlerin performansının ve iş adımlarının incelenmesinde elde edilen bulgular sonucunda ise robotik süreç otomasyonunun süreçleri optimize ederken manuel yapılan gereksiz ya da daha kısa yolu varken uzun yoldan yapılan iş adımları güncellenerek süreçlerde süreç iyileştirmesi/süreç optimizasyonu yapıldığı ortaya çıkmıştır. Bu araştırmanın sonucunda olduğu gibi alanda yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır ve bu sonuçlara göre RSO'nun kullanılmasıyla birlikte iş süreçlerinde verimlilik artışı ve süreç optimizasyonu sağlandığı tespit edilmiştir[4][11][15].

Öte yandan gelişen teknoloji ile birlikte RSO'nun da geliştiği ve otomasyon kavramının yerini hiper otomasyona bıraktığı görülmektedir. RSO ile YZ'nin farklı ürünlerinin birlikte kullanılmasıyla birlikte otomasyon süreçlerinin uçtan uca otomatikleştirilmesi ve manuel yapılan işlemlerin ortadan kaldırılması hiper otomasyon sürecini oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda RSO otomasyonların kas gücü olarak YZ ise otomasyonların beyni olarak ifade edilebilir. Dolayısıyla YZ ile ayrıştırılan, yönlendirilen veya filtrelenen işlemler RSO ile işlenebildiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca alandaki araştırmalar incelendiğinde YZ kullanılan otomasyonların robot teknolojisinde bir evrim oluşturacağını ve iş dünyasında yaygın bir şekilde kullanılacağını belirtmişlerdir [14].

KAYNAKÇA

Çivak, H., *Robotik Süreç Otomasyonu: Bir Uygulama Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük, 2022.

Çalışkan, L. S., Kıran, S., İş Süreçlerinin Otomasyonunda RSO'nın Faydaları, Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi, 6,1-13, 2020. e-ISSN:2630-550X

Yetiz, F., Turan, Y., Canpolat, İ., Bankacılık Sektöründe Robotik Süreç Otomasyonu ve Verimlilik İlişkisi: Bir Banka Örneği, Verimlilik Dergisi,2,65-68, 2021. DOI: 10.51551verimlilik.765336

Hiper Otomasyon Nedir?

<https://www.oracle.com/tr/cloud/hyperautomation/#:~:text=Hiper%20otomasyon%2C%20ak%C4%B1ll%C4%B1%20otomasyon%20etraf%C4%B1nda,verileri%20depolar%C4%B1ndan%20yararlanmalar%C4%B1na%20yard%C4%B1mc%C4%B1%20olur.>
(Erişim tarihi: 29.11.2023)

What is robotic process automation? <https://www.uipath.com/rpa/robotic-process-automation>
(Erişim tarihi: 29.11.2023)

The value of robotic process automation <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/the-value-of-robotic-process-automation#/> (Erişim tarihi: 29.11.2023)

What is hyperautomation and why is it essential for the digital transformation?
[https://www.iberdrola.com/innovation/hyperautomation/#:~:text=Hyperautomation%20consists%20of%20increasing%20the,Robotic%20Process%20Automation%20\(RPA\) Magic Quadrant for Robotic Process Automation](https://www.iberdrola.com/innovation/hyperautomation/#:~:text=Hyperautomation%20consists%20of%20increasing%20the,Robotic%20Process%20Automation%20(RPA) Magic Quadrant for Robotic Process Automation)
<https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-2EDXTGOY&ct=230705&st=sb>
(Erişim tarihi: 29.11.2023)

Three robust components power the UiPath platform <https://vbm.com.tr/uipath-latform/>
(Erişim tarihi: 29.11.2023)

RPA (Robotik Süreç Otomasyonu) nedir? Tanımı, Anlamı, Uygulamaları, BPA'dan Farkları ve Daha Fazlası <https://www.zaptest.com/tr/rpa-robotik-surec-otomasyonu-nedir-tanimi-anlami-uygulamalari-bpadan-farklari-ve-daha-fazlasi> (Erişim tarihi: 08.12.2023)

- Büyükkıran,U., Muhasebe Bilgi Sistemlerinde Robotik Süreç Otomasyonu, Aydın İktisat Fakültesi Dergisi, 2022. DOI: 10.53839/aifd.1088979
- Doğuş, Ö., Kardeş, O., Şahinbaş, K., İş Süreçlerinin Otomasyonunda Analitik Hiyerarşi Yöntemiyle Yazılım Seçimi İç Karar Destek Sistemi, Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, 16-1, 87,2023.
- Büyükkıran,U., Muhasebe Bilgi Sistemlerinde Robotik Süreç Otomasyonu, Aydın İktisat Fakültesi Dergisi, 2022. DOI: 10.53839/aifd.1088979
- Birol, B., Kaya, C.,T., Türkyılmaz, M., Impact of RPA Technologies on Accounting Systems, Muhasebe ve Finansman Dergisi, 235-250, 82, 2018.
- Doğuş, Ö., Applications Of Robotic Process Automation In Finance And Accounting, Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14,1, 2021.
- Apak, S., Akgöz, K.,S., Gürsev, S., Çağrı Merkezi Süreçlerinde Robotik Süreç Otomasyonu Geliştirilmesi, Bilişim Sistemleri ve Yönetim Araştırmaları Dergisi,4,1, 12-24, 2022.
- Özdem, H., Bora, M.P., Türkiye’de Robotik Süreç Otomasyonu, Bilgisayar Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi, 1,1, 01-09, 2022.

USING METAHEURISTIC METHODS AND COMPARISON OF ALGORITHMS IN REAL-WORLD PROBLEMS

Oğuzhan DİLBER

Department of Mechatronics Engineering, Graduate School of Natural and Applied Sciences,
Bandırma Onyedi Eylül University, ozysoft@msn.com - 0000-0001-8641-8034

Dr. Öğr. Üyesi Serhat KILIÇARSLAN

Department of Software Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Bandırma
Onyedi Eylül University, skilicarslan@bandirma.edu.tr - 0000-0001-9483-4425

Doç. Dr. Abdullah ELEN

Department of Software Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Bandırma
Onyedi Eylül University, aelen@bandirma.edu.tr - 0000-0003-1644-0476

ABSTRACT

Design problems in mechanical engineering arise from different types of objectives and varying levels of difficulty, such as geometric, kinematic conditions and equality or inequalities and often non-linear constraints on material resistance. A special type of algorithm called metaheuristics is used to solve such problems. These algorithms aim to find a good enough solution for optimization problems, especially when information is insufficient or computer capacity is limited. In this study, well-known metaheuristic algorithms (Firefly Algorithm, Gray Wolf Optimization, Particle Swarm Optimization and Pathfinder Algorithm) in the literature were used to solve mechanical engineering design problems. These algorithms were tested with real-world problems (Four Stage Gearbox, Gas Transmission Compressor Design, Gear Train Design, Himmelblau's Function, Hydrostatic Thrust Bearing Design, Multiple Disc Clutch Brake Design, Optimal Design of Industrial Refrigeration System and Planetary Gear Train Design Optimization) in two different scenarios depending on the number of population, and according to the results, performances of the metaheuristic algorithms were compared with each other.

Keywords: Optimization, metaheuristics, real-world problems, engineering design.

1. INTRODUCTION

Optimization is the process of obtaining the best result or benefit under certain conditions. Optimization-based approaches to design are desirable to provide and design a formal structure to transform an operational need into a system that will deliver a predetermined level of performance [1]. In fact, throughout all phases of the engineering product's life cycle, engineering and business decisions are made with the ultimate goal of maximizing or minimizing a benefit, while balancing or controlling the use of limited resources and satisfying zero or more constraints [2].

Optimization involves selecting the “best” solution from a set of candidate solutions. The degree of goodness of the solution is measured using an objective function to be minimized or maximized [3]. The search process is performed subject to the system model and constraints, called constraints. Therefore, the goal of optimization is to maximize or minimize the value of an objective function subject to a set of constraints [4]. These constraints are in the form of equality and inequality expressions. Examples of equality constraints include material and energy balances, process modeling equations, and thermodynamic requirements. On the other hand, examples of inequality constraints can be expressed as pressure, temperature or flow rate must not exceed certain values or the state of the system cannot violate the second law of thermodynamics [5]. In general, optimization methods are divided into deterministic and stochastic approaches. Deterministic-based techniques are gradient-based approaches that can find high-accuracy solutions with fast convergence rates [6].

Many optimization problems in engineering disciplines have a non-convex search space. To find a suitable solution for such problems, various constraints and boundary conditions must be taken into account [7]. Therefore, gradient-based techniques cannot easily solve such problems. On the other hand, stochastic approaches offer a group of alternative techniques for solving this type of problems, such as methods that do not require continuous, differentiable objective functions and do not contain gradients. One of the most important methods of this group is metaheuristic algorithms. Metaheuristics are a wide variety of methods often inspired by nature. Every metaheuristic has a random component and hence they are also known as probabilistic methods [8-11].

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Metaheuristics

Metaheuristic algorithms are a computationally designed search procedure used especially for complex solution of optimization problems. In the real world with limited resources, it is imperative to find an ideal solution based on imperfect or incomplete information. The emergence of metaheuristic methods for solving such optimization problems has allowed the successful solution of design problems in the field of engineering.

There are challenges to consider in developing better solutions than current traditional approaches. Different metaheuristic algorithms are described by the authors, which are quite comprehensive with various applications for solving linear and non-convex optimization problems. In combinatorial optimization, it is impossible to solve some problems in the NP-hard category. Therefore, metaheuristic algorithms can often find good solutions with less computational effort than classical optimization algorithms, iterative methods, and simple greedy heuristics [12–15].

Metaheuristic algorithms can play an important role in different fields. Essentially, many optimization problems are multi-objective functions with nonlinear constraints. For example, most engineering optimization problems are highly nonlinear and require solutions to multi-objective problems. On the other hand, artificial intelligence and machine learning problems rely on significantly large data sets. Therefore, it is difficult to formulate the optimization problem. In this respect, metaheuristic methods play an important role in solving practical problems that are difficult to solve using traditional optimization methods [16-18].

Metaheuristic methods are classified according to how they operate on the search space, such as nature-inspired and non-nature-inspired, population-based or single-point search, dynamic and static objective functions, one and several neighborhood structures, memory-informed and memoryless methods [19, 20].

In this study, Firefly Algorithm (FA) [21], Gray Wolf Optimization (GWO) [22], Particle Swarm Optimization (PSO) [23] and Pathfinder Algorithm (PFA) [24], which are metaheuristic methods inspired by nature, were used to test them in solving engineering design problems. Some metaheuristic methods require initial or fixed parameters to be preset in order to obtain better results. The parameters of the algorithms we used in the experimental study were determined according to the values preferred or recommended by the developers.

For the FA algorithm, the light absorption coefficient (γ) was determined as 1.0, the initial value of the attractiveness coefficient (β_0) was determined as 2.0, the value of the α parameter was determined as 0.2, and the randomness reduction factor of alpha (ϑ) was determined as 0.97. In PSO, the inertia weight and inertia damping ratios are determined as 1.0 and 0.99, respectively, and the variables c_1 and c_2 are determined as 1.5 and 2.0, respectively. There are no parameters that need to be preset for the GWO and PFA algorithms.

2.2. Engineering Design Problems

Engineering design optimization problems are generally used to demonstrate the effectiveness of newly developed metaheuristic algorithms, and this is quite common in the literature. It has been investigated by many researchers who use different methods to solve these non-linear engineering problems [25].

In this study, eight different engineering design problems, well known in the literature, were used to test the performances of metaheuristic algorithms. These problems; Four Stage Gearbox Problem [26], Gas Transmission Compressor Design [27], Gear Train Design Problem [28], Himmelblau's Function [29], Hydrostatic Thrust Bearing Design Problem [30], Multiple Disc Clutch Brake Design Problem [31], Optimal Design of Industrial Refrigeration System [32] and Planetary Gear Train Design Optimization Problem [33]. The engineering design problems used in experimental studies and their properties are given in Table 1.

Table 1. Characteristics of Engineering Design Problems.

#	Problem	Dimension	Constraint	Lower and Upper Bound	
1	FSGBP: Four Stage Gearbox Problem	22	86	6,51	76,49
2	GTCD: Gas Transmission Compressor Design	4	1	20	50
3	GTD: Gear Train Design Problem	4	1	12	60
4	HF: Himmelblau's Function	5	6	78	102
5	HSTBDP: Hydrostatic Thrust Bearing Design Problem	4	7	1	16
6	MDCBDP: Multiple Disc Clutch Brake Design Problem	5	8	60	80
7	ODIRS: Optimal Design of Industrial Refrigeration System	14	15	0,001	5

8	PGTDOP: Planetary Gear Train Design Optimization Problem	9	10	16,51	96,49

3. EXPERIMENTAL RESULTS

In this experiment, the number of iterations was determined as 1000 and the number of populations (Np) was determined as 10. Optimization algorithms were run repeatedly 30 times for each engineering problem and the global best scores obtained were averaged. Table 2 shows the global best scores of engineering problems according to Np=10.

Table 2. Global best scores of algorithms for Np=10.

#	Problem	Best Score	FA	GWO	PFA	PSO
1	FSGBP	GWO	2225,1136	153,3436	323,0229	658,7851
2	GTCD	All methods	977874,1517	977874,1517	977874,1517	977874,1517
3	GTD	FA	2,79743E-27	8,96184E-12	6,86485E-12	1,64333E-20
4	HF	GWO, PFA, PSO	-32214,6044	-32214,7639	-32214,7639	-32214,7639
5	HSTBDP	FA	214,1503	804,3361	653,0496	777,4236
6	MDCBDP	GWO, PFA	0,2363	0,2352	0,2352	0,2370
7	ODIRS	GWO	48,3294	0,3132	0,8641	1,0234
8	PGTDOP	PFA	0,6053	0,5288	0,5284	0,5767

The GWO algorithm ranks first, achieving the best score in all experiments except problems 3, 5 and 8. PFA is in second place, having achieved the best score in four experiments, and FA is in last place, having achieved the best score in three experiments. The running times of the optimization algorithms were measured in seconds for each problem, as shown in Figure 1. GWO was the fastest algorithm in solving four problems, FA in solving three problems and PFA in solving the ODIRS problem. Figure 2 shows the convergence graphs of engineering problems according to Np=10.

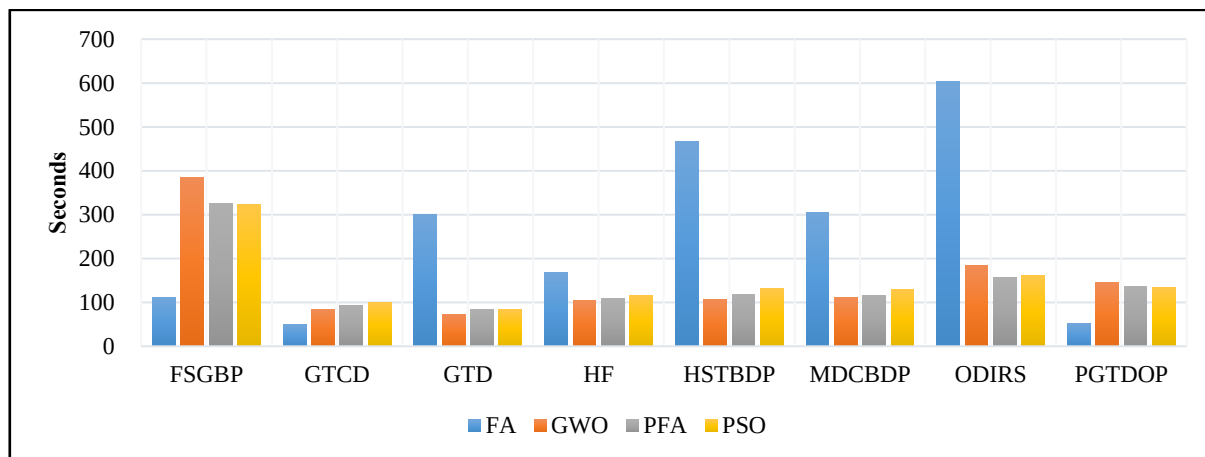
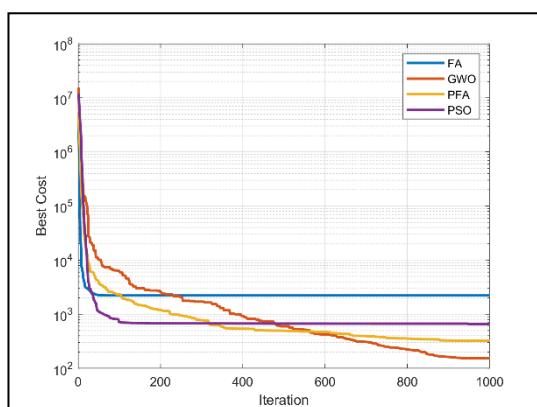
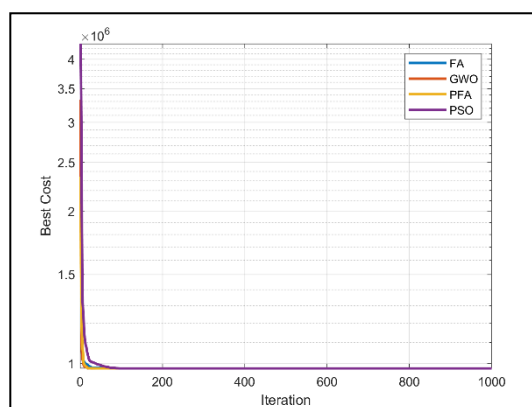


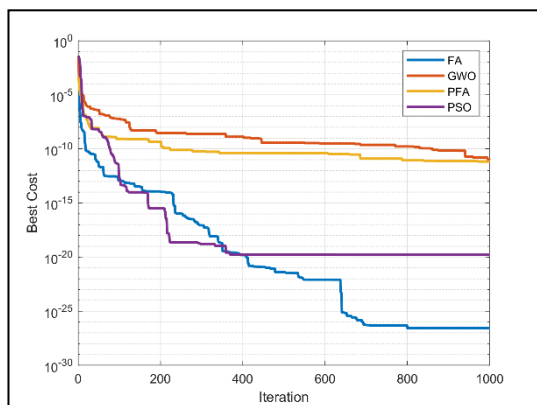
Figure 3. Execution times of algorithms for $N_p=10$.



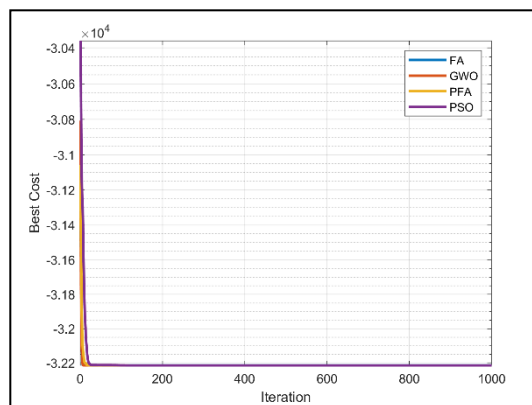
FSGBP



GTCD



GTD



HF

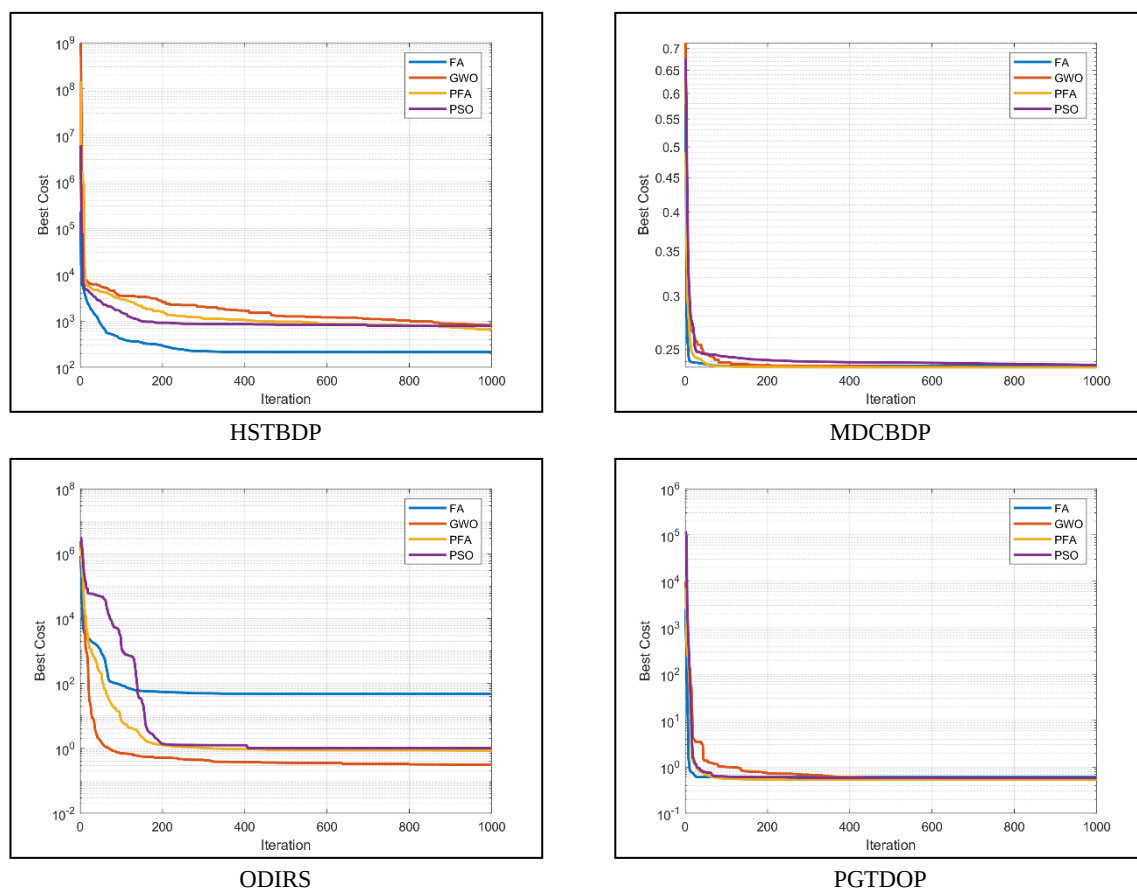


Figure 4. Convergence of the algorithms for $N_p=10$.

In this experiment, the number of iterations was determined as 1000 and the number of populations (N_p) was 50, respectively. Optimization algorithms were run repeatedly 30 times for each engineering problem and the global best scores obtained were averaged. Table 3 shows the global best scores of engineering problems according to $N_p=50$.

Table 3. Global best scores of algorithms for $N_p=50$.

#	Problem	Best Score	FA	GWO	PFA	PSO
1	FSGBP	GWO	2225,1136	153,3436	323,0229	658,7851
2	GTCD	All methods	977874,1517	977874,1517	977874,1517	977874,1517
3	GTD	FA	2,79743E-27	8,96184E-12	6,86485E-12	1,64333E-20
4	HF	GWO, PFA, PSO	-32214,6044	-32214,7639	-32214,7639	-32214,7639
5	HSTBDP	FA	214,1503	804,3361	653,0496	777,4236
6	MDCBDP	GWO, PFA	0,2363	0,2352	0,2352	0,2370
7	ODIRS	GWO	48,3294	0,3132	0,8641	1,0234
8	PGTDOP	PFA	0,6053	0,5288	0,5284	0,5767

The GWO algorithm ranks first, achieving the best score in all experiments except problems 3, 5 and 8. The PFA is in second place, having achieved the best score in four experiments, and the FA is in last place, having achieved the best score in three experiments. The running times of the metaheuristic algorithms were measured in seconds for each problem, as shown in Figure 3. While the GWO and PFA were the fastest algorithms in solving six and two problems, respectively, the FA and PSO did not come first in any of them. Additionally, the FA was the slowest method in this experiment. Figure 4 shows the convergence graphs of engineering problems according to $N_p=50$.

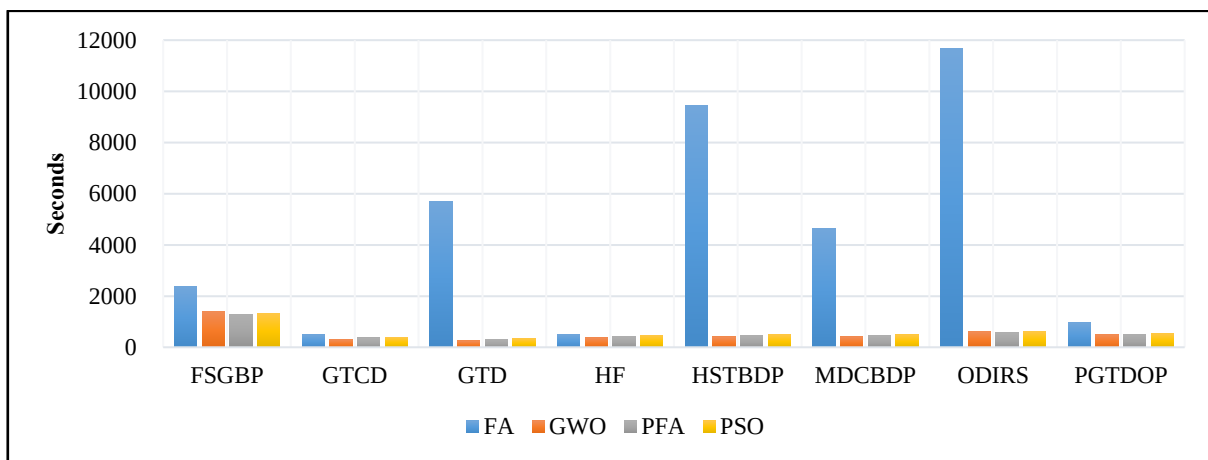
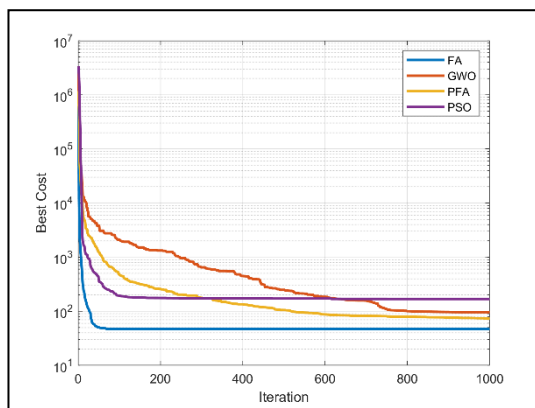
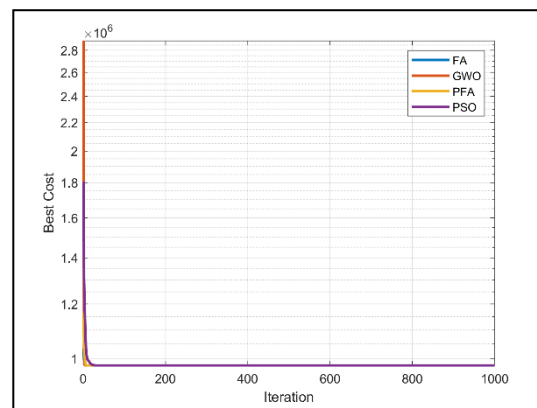


Figure 5. Execution times of algorithms for $N_p=50$.



FSGBP



GTCD

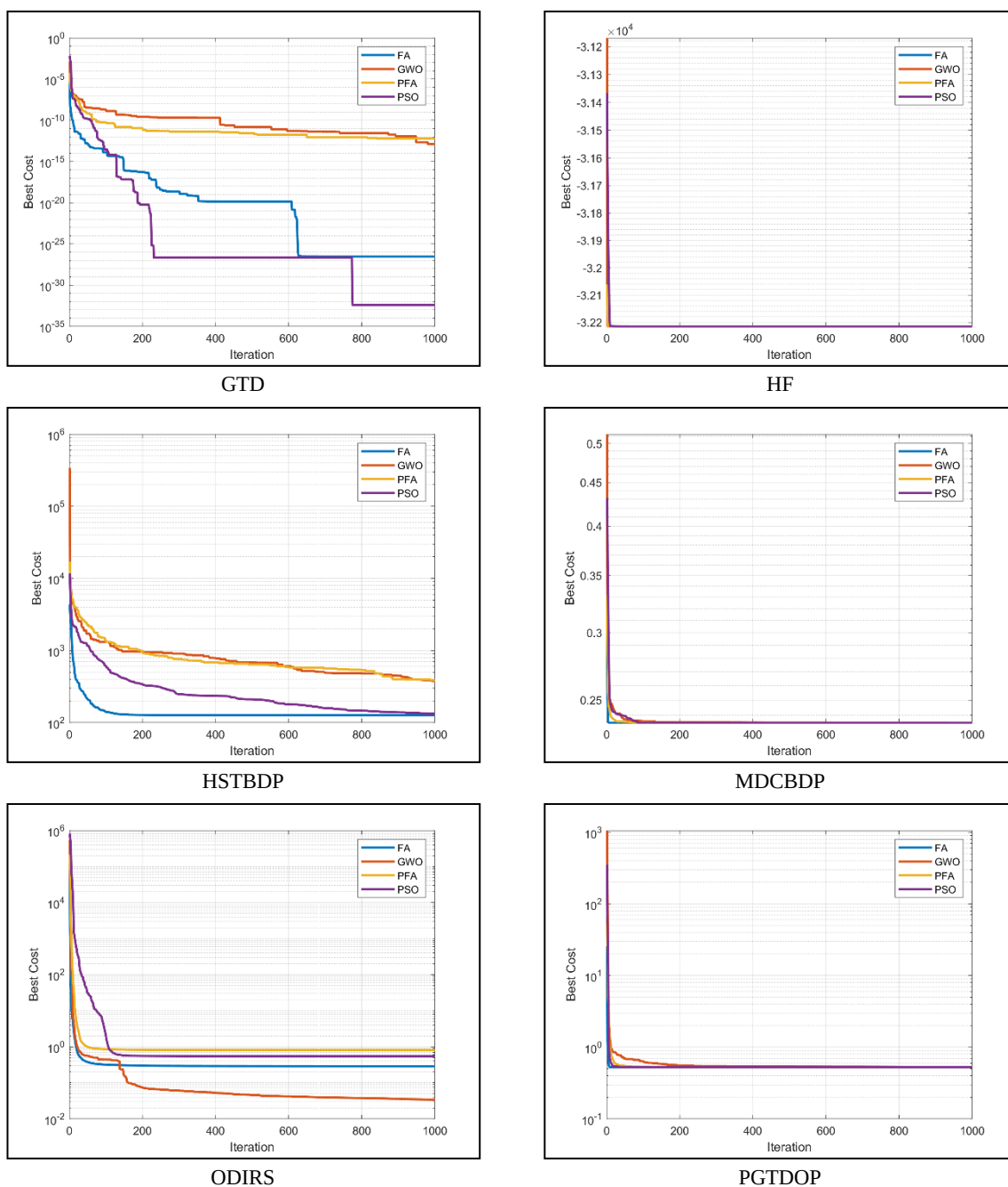


Figure 6. Convergence of the algorithms for $N_p=50$.

4. CONCLUSION

In this study, well-known metaheuristic algorithms in the literature were used to solve mechanical engineering design problems. These algorithms were tested with real-world engineering problems by preparing two different scenarios depending on the number of population, and according to the experimental results, the performances of the metaheuristic algorithms were compared with each other.

For each engineering design problem used in experimental studies, metaheuristic optimization algorithms were run repeatedly 30 times and the average of the global best scores was calculated. At the same time, the average execution times of these algorithms were measured and compared. Experimental studies were carried out in two stages depending on the changing number of population numbers.

In experiments, the number of iteration was determined as 1000 and the number of populations was determined as 10 and 50, respectively. According to the results, the GWO algorithm achieved the best score in five of the engineering design problems, while the PFA and FA algorithms achieved the best score in four and three of the problems, respectively. According to execution time, GWO and PFA algorithms were the fastest working algorithms, while FA was the slowest running algorithm. In general, it stands out that GWO is the best metaheuristic method according to execution time. As a result, we can say that the GWO algorithm can be preferred to obtain the fastest and best results in experiments with a higher number of iterations in engineering design problems.

REFERENCES

- [1] Tang, J., Liu, G., & Pan, Q. (2021). A Review on Representative Swarm Intelligence Algorithms for Solving Optimization Problems: Applications and Trends. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 8(10): 1627–1643.
- [2] Gupta, S., Abderazek, H., Yıldız, B. S., Yıldız, A. R., Mirjalili, S. & Sait, S. M. (2021). “Comparison of metaheuristic optimization algorithms for solving constrained mechanical design optimization problems”. *Expert Systems with Applications*, 183:115351.
- [3] Elshaboury, N., Attia, T., & Marzouk, M. (2020). Application of Evolutionary Optimization Algorithms for Rehabilitation of Water Distribution Networks. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(7): 04020069.
- [4] Kumar, A., Wu, G., Ali, M. Z., Mallipeddi, R., Suganthan, P. N., & Das, S. (2020). A test-suite of non-convex constrained optimization problems from the real-world and some baseline results. *Swarm and Evolutionary Computation*, 56: 100693.
- [5] El-Halwagi, M. M. ed. (2006). Overview of optimization. *Process Systems Engineering*, Academic Press, 7:285–314.

- [6] Zadeh, P. M., & Mohagheghi, M. (2022). An efficient Bi-level hybrid multi-objective reliability-based design optimization of composite structures. *Composite Structures*, 296: 115862.
- [7] Elmahdi, L. A., Xu, Y., Khalil, E. M., & Mohamed, M. S. (2022). An application of adaptive normalization evolutionary optimization ANMOGA for missile fin design based on trajectory parameters. *Alexandria Engineering Journal*, 61(12): 12247-12257.
- [8] Tsuzuki, M. S., Barari, A., Sato, A. K., Takimoto, R. Y., & Saka, T. (2022). Introductory Chapter: Optimization Problems in Engineering. In *Engineering Problems-Uncertainties, Constraints and Optimization Techniques*. IntechOpen.
- [9] Elen, A. (2022). A Complete Solution to Exam Scheduling Problem: A Case Study. *Journal of Scientific Reports-A*, 2022(049): 12–34.
- [10] Çayiroğlu, İ., & Elen, A. (2012). A heuristic optimization approach for a real-world university timetabling problem. *Advances in Computer Science and Engineering*, 9(2): 103–131.
- [11] Elen, A., & Çayiroğlu, İ. (2010). Solving of scheduling problem with heuristic optimization approach. *Teknoloji*, 13(3): 159–172.
- [12] Rajwar, K., Deep, K., & Das, S. (2023). An exhaustive review of the metaheuristic algorithms for search and optimization: taxonomy, applications, and open challenges. *Artificial intelligence review*, 1–71.
- [13] Mandal, P. K. (2023). A review of classical methods and Nature-Inspired Algorithms (NIAs) for optimization problems. *Results in Control and Optimization*, 100315.
- [14] Trojovský, P., Dehghani, M., & Hanuš, P. (2022). Siberian tiger optimization: A new bio-inspired metaheuristic algorithm for solving engineering optimization problems. *Ieee Access*, 10, 132396-132431.
- [15] Luo, Y. and Ma, X. (2020) A Complex Algorithm for Solving a Kind of Stochastic Programming. *Journal of Applied Mathematics and Physics*, 8, 1016-1030.
- [16] Xiong, N., Molina, D., Ortiz, M. L., & Herrera, F. (2015). A walk into metaheuristics for engineering optimization: principles, methods and recent trends. *international journal of computational intelligence systems*, 8(4): 606-636.
- [17] Çimen, M. E., Garip, Z., & Boz, A. F. (2021). Comparison of metaheuristic optimization algorithms with a new modifieddeb feasibility constraint handling technique. *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, 29(7): 3270-3289.

- [18] Muazu, A. A., Hashim, A. S., & Sarlan, A. (2022). Review of nature inspired metaheuristic algorithm selection for combinatorial t-way testing. *IEEE Access*, 10, 27404-27431.
- [19] Beheshti, Z., & Shamsuddin, S. M. H. (2013). A review of population-based meta-heuristic algorithms. *Int. j. adv. soft comput. appl*, 5(1): 1-35.
- [20] Almufti, S. M., Shaban, A. A., Ali, Z. A., Ali, R. I., & Fuente, J. A. D. (2023). Overview of Metaheuristic Algorithms. *Polaris Global Journal of Scholarly Research and Trends*, 2(2): 10-32.
- [21] Yang, X. S. (2010). *Nature-inspired metaheuristic algorithms*. Luniver press.
- [22] Mirjalili, S., Mirjalili, S. M., & Lewis, A. (2014). Grey Wolf Optimizer. *Advances in Engineering Software*, 69, 46–61.
- [23] Kennedy, J., & Eberhart, R. (1995). Particle swarm optimization. *Proceedings of ICNN'95 - International Conference on Neural Networks*.
- [24] Yapıcı, H. & Çetinkaya, N. (2019). A new meta-heuristic optimizer: Pathfinder algorithm. *Applied Soft Computing*, 78: 545–568.
- [25] Cagnina, L. C., Esquivel, S. C., & Coello, C.A.C. (2008). Solving engineering optimization problems with the simple constrained particle swarm optimizer. *Informatica*, 32(3): 319-326.
- [26] Liang, Y., Hu, X., Hu, G., & Dou, W. (2022). An Enhanced Northern Goshawk Optimization Algorithm and Its Application in Practical Optimization Problems. *Mathematics*, 10(22): 4383.
- [27] El-Shorbagy, M. A. (2022). Chaotic Fruit Fly Algorithm for Solving Engineering Design Problems. In A. Akgul (Ed.), *Complexity*, 2022: 1–19.
- [28] Barshandeh, S., & Haghzadeh, M. (2020). A new hybrid chaotic atom search optimization based on tree-seed algorithm and Levy flight for solving optimization problems. *Engineering with Computers*.
- [29] D. M. Himmelblau, *Applied nonlinear programming*, McGraw-Hill Companies, 1972.
- [30] Yin, S., Luo, Q. & Zhou, Y. (2022) EOSMA: An Equilibrium Optimizer Slime Mould Algorithm for Engineering Design Problems. *Arab J Sci Eng* 47: 10115–10146.
- [31] Yildiz, B. S., Pholdee, N., Bureerat, S., Yildiz, A. R., & Sait, S. M. (2022). Enhanced grasshopper optimization algorithm using elite opposition-based learning for solving real-world engineering problems. *Engineering with Computers*. 38: 4207–4219.

- [32] Andrei, N. (2013). Applications of Mechanical Engineering. In: Nonlinear Optimization Applications Using the GAMS Technology. Springer Optimization and Its Applications, vol 81. Springer, Boston, MA.
- [33] Közkurt, C., & Elen, A. (2020) Planet dişli zinciri tasarım probleminin sezgisel optimizasyon yöntemleriyle çözümü, 2nd International Turkic World Congress on Science and Engineering, pp. 89-100, Astana, Kazakhstan.

SOLVING REAL-WORLD PROBLEMS WITH METAHEURISTIC METHODS AND PERFORMANCE COMPARISON OF ALGORITHMS IN THE LITERATURE

Samet PANDA

Department of Mechatronics Engineering, Graduate School of Natural and Applied Sciences,
Bandirma Onyedi Eylul University
smtpond16@gmail.com, **ORCID:** 0000-0002-1026-7759, **Cep Tel:** 0 531 621 0822

Dr. Öğr. Üyesi Serhat KILIÇARSLAN

Department of Software Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences,
Bandirma Onyedi Eylul University
skilicarslan@bandirma.edu.tr, **ORCID:** 0000-0001-9483-4425, **Cep Tel:** 0 536 226 4343

Doç. Dr. Abdullah ELEN

Department of Software Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences,
Bandirma Onyedi Eylul University
aelen@bandirma.edu.tr, **ORCID:** 0000-0003-1644-0476, **Cep Tel:** 0 507 923 9116

ABSTRACT

The goal of optimization is to achieve the “best” design according to a set of prior conditions or constraints. These include maximizing factors such as productivity, power, reliability, longevity, efficiency and availability. Metaheuristic algorithms, one of the optimization techniques, have gained increasing importance in engineering design in recent years due to their simplicity and rapidity in finding solutions. This has led to the proliferation of these metaheuristics and an increased tendency to develop new algorithms. Moreover, metaheuristic algorithms are widely used to solve different optimization problems in many application areas. In this study, a research was conducted on addressing real-world problems (Robot Gripper Problem, Pressure Vessel Design Problem, Rolling Element Bearing Problem, Step-Cone Pulley Problem, Tension Compression Spring Design Problem, Three-Bar Truss Beam Design Problem, Weight Minimization of Speed Reducer Problem and Welded Beam Design Problem) in the field of mechanical engineering with metaheuristic algorithms (Ant Colony Optimization, Artificial Bee Colony, Salp Swarm Algorithm and Sine Cosine Algorithm) and performing performance analyzes of these algorithms. In experimental studies, two different scenarios were gradually determined according to various numbers of population parameter. According to the results obtained, it was decided which method is the most suitable for this type of problems.

Keywords: Optimization, Metaheuristics, Real-world Problems, Engineering Problems.

1. INTRODUCTION

As the population in our world develops and increases, the optimum use of existing resources has become one of the most important issues for humanity. In this context, engineering systems (e.g. structural, mechanical and industrial systems) play a major role in ensuring the necessary balance between resources and consumptions. In general, engineering design can be defined as the art of obtaining a system that meets all expectations by using minimum resources [1, 2]. The resource mentioned here generally covers different concepts such as time, material and human labor. Based on this definition, most engineering design processes can be transformed into an optimization problem, and a robust optimization technique is required to solve them [3]. Real-world engineering design problems are common in both industry and various research disciplines within industry. Many optimization algorithms have been used to solve such problems. However, as the scale and difficulty of the problems increase, the performance of the algorithm decreases significantly. Various versions of optimization methods have been proposed in the literature to efficiently address engineering design problems [4].

Optimization algorithms consist of a random population of agents used to find candidate solutions in the search space [5, 6]. The process begins with the initialization of agents in the problem domain. The algorithm then goes through many iterations, and each iteration yields a suitable candidate solution until the end of the criterion is met. The most suitable candidate solution among all iterations is the optimal solution [7]. It is quite surprising that stochastic algorithms consist of a few basic steps such as discovery and exploitation. Exploration refers to the search space of the algorithm. At this stage, candidate solutions undergo some changes. Additionally, the utility is the ability to find local optima around different feasible solutions [8].

Metaheuristic search techniques such as Ant Colony Optimization, Genetic Algorithms and Particle Swarm Optimization, which are generally developed inspired by natural phenomena, have become popular thanks to their ability to find promising solutions to complex optimization problems [9]. Additionally, metaheuristics can handle both discrete and real-valued variables and can be effectively applied to a wide variety of optimization problems. Fundamentally, both trajectory and population-based metaheuristic approaches aim to locate the global optimum in the solution space through random moves. The main difference between metaheuristics is the way they suggest the next move in the solution space. This motivates optimization algorithm developers to find more efficient methodologies to create robust optimization algorithms. However, sometimes this results in complex approaches that are difficult to understand and implement [10].

In this study, it is aimed to solve real-world engineering design problems with some well-known meta-heuristic optimization algorithms in the literature and compare the results. The algorithms discussed within the scope of the study are: Ant Colony Optimization (ACO), Artificial Bee Colony (ABC), Salp Swarm Algorithm (SSA) and Sine Cosine Algorithm (SCA). In experimental studies, these algorithms were used for eight real-world problems: Robot Gripper

Problem, Pressure Vessel Design, Rolling Element Bearing, Step-Cone Pulley Problem, Tension Compression Spring Design, Three-Bar Truss Beam Design Problem, Weight Minimization of Speed Reducer and Welded Beam Design.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Metaheuristic Algorithms

Metaheuristics is a high-level and problem-independent framework that provides a set of instructions for creating optimizing methods using heuristics [11]. While most of these algorithms are inspired by nature, they are also inspired by various sources in order to increase fitness [12]. Metaheuristic algorithms, flocks, birds, fish, etc. to jointly search for the global optimum. It imitates the collective intelligence of social animals or insects such as Prominent members of this group include popular methods such as ant colony optimization, cuckoo search algorithm, particle swarm optimization, and artificial bee colony. Swarm-based approaches are used in many different fields, including the automotive manufacturing industry, machine design, mechanical machining, structural optimization, aerospace engineering, due to their outstanding computing performance [13]. Research over the last two decades shows that applications in this field have grown tremendously. Metaheuristics can be examined in three main categories: physically based algorithms, swarm algorithms and evolutionary algorithms. Evolutionary algorithms such as Differential Evolution (DE) and Genetic Algorithm (GA) mimic evolutionary principles in nature to develop reliable optimization techniques. Particle swarm optimization and whale optimization are two examples of swarm algorithms that mimic the group behavior of various creatures. Real-world physical processes, such as gravity search algorithms and simulated annealing, serve as inspiration for physically based algorithms [14].

In this study, Ant Colony Optimization, Artificial Bee Colony, Salp Swarm Algorithm and Sine Cosine Algorithm, which are metaheuristic methods inspired by nature, were used to test them in solving real-world problems. For optimal performance, some metaheuristic algorithms require presetting of their parameters. Determining these parameters is very important in determining which direction to go in the search space of metaheuristic algorithms in order to reach global optimality. For this reason, the parameters of the metaheuristic methods we use in experimental studies have used (default) values that are frequently preferred or recommended by developers. Accordingly, for the ACO algorithm, the number of samples was determined as 40, the concentration factor or selection pressure value was determined as 0.5, and the deviation-distance ratio was determined as 1. For the ABC algorithm, the upper limit of the acceleration coefficient was determined as 1, and the limit of abandoning or trying old food sources was determined as $[0.6 \times D \times Np]$. Here D represents the size of the problem and Np represents the number of population. There are no parameters that need to be preset for the SCA and SSA algorithms.

2.2. Real-world Engineering Problems

One of the key challenges of metaheuristic algorithms is their effectiveness in providing better solutions to well-known constrained mathematical and engineering design problems. These challenges can be achieved by leveraging powerful mathematical models developed based on the inspiring concept of metaheuristics [15].

Engineering design problems encountered in the real world are often characterized by the existence of many conflicting objectives. Therefore, it is reasonable to think of the engineering design problem as a multi-objective optimization problem. Since engineering design problems often consist of a mixture of numerical simulations, analytical calculations, and catalog selections, there is no easy way to calculate derivatives of the objective function. As a result, gradient-free optimization techniques will be more suitable for such problems [16].

In this section, the introduction of some real-world optimization problems within the scope of IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC) is presented in detail. In order to evaluate the performance of the metaheuristics discussed in the study, eight different problems in the field of Mechanical Engineering selected from the CEC archive were used. These are Robot Gripper Problem (RGP) [17], Pressure Vessel Design (PVD) [18], Rolling Element Bearing (REB) [19], Step-Cone Pulley Problem (SCPP) [20], Tension Compression Spring Design (TCSD) [21], Three-Bar Truss Beam Design Problem (TBTDP) [22], Weight Minimization of Speed Reducer (WMSR) [23] and Welded Beam Design (WBD) [24] problem. Engineering problems used in experimental studies and their properties are given in Table 1.

Table 4. Characteristics of real-world engineering problems.

#	Problem	Min/Max	Dimension	Constraints	Bounds	
					Lower	Upper
1	PVD	Min	4	4	0,51	200
2	RGP	Min	7	7	0	300
3	REB	Max	10	9	0,02	150
4	SCPP	Min	5	8	0	90
5	TCSD	Min	3	3	0,05	15
6	TBTDP	Min	2	3	0	1
7	WMSR	Min	7	11	0,7	28
8	WBD	Min	4	5	0,1	10

3. EXPERIMENTAL RESULTS

To measure the performance of the metaheuristics considered in experimental studies on real-world problems, the fitness value of the global best solution and the running time of the algorithm are taken as basis. Accordingly, each experiment was repeated 30 times independently and the average fitness value of the best solutions obtained was calculated.

Similarly, the running times of the metaheuristic methods were also averaged. The computer, on which optimization algorithms analyze running times, has Windows 11 operating system, Intel i9 1.8 GHz microprocessor and 16 GB system memory.

3.1. In Case of Population Number ($N_p=10$)

In this experiment, the number of iterations was determined as 1000 and the number of populations (N_p) was determined as 10. Optimization algorithms were run repeatedly 30 times for each engineering problem and the global best fitness values obtained were averaged. Table 2 shows the global best scores of engineering problems according to $N_p=10$.

Table 5. Global-best fitness values of metaheuristic algorithms.

#	Problem	ACO _R	ABC	SSA	SCA
1	PVD	479,2746	475,6983	485,9391	476,3926
2	RGP	3,5151	5,1948	4,4472	4,7548
3	REB	81246,5	81448,9	74084,7	50245,7
4	SCPP	8,2382	8,6117	8,1983	15648,9397
5	TCSD	0,0125	0,0124	0,0130	0,0125
6	TBTDP	89,8504	89,8512	89,8504	94,5728
7	WMSR	2715,9872	2717,8021	2734,0179	2832,8562
8	WBD	1,6970	1,8126	1,7037	1,7253

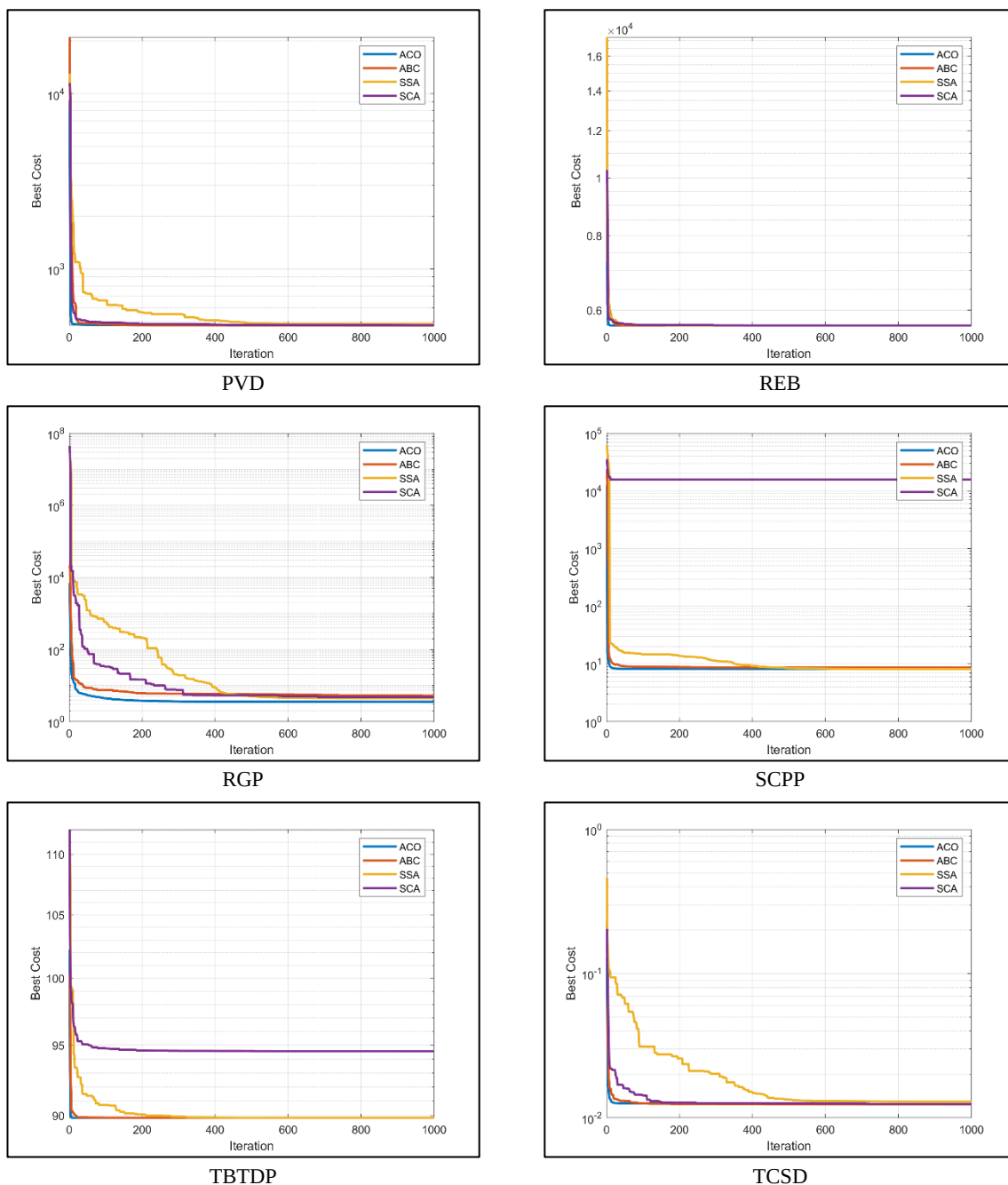
The ACO_R algorithm achieved the best score in all experiments except problems 1-st, 3-rd, 4-th and 5-th. The ABC ranks second with the best score in three problems, and the SSA ranks third with the best score in two problems. The execution times of the methods were measured in seconds for each problem, as shown in Table 3. The SSA was the fastest running algorithm in all problems.

Table 6. Execution times of metaheuristic algorithms (in sec).

#	Problem	ACO _R	ABC	SSA	SCA
1	PVD	352,0897	181,5402	71,0167	80,6726
2	RGP	8387,5331	6156,2643	2590,1573	5740,1892
3	REB	682,1775	269,4687	115,8177	139,6405
4	SCPP	472,4440	228,0231	92,5395	104,7709
5	TCSD	327,2195	188,0169	69,6981	75,1521
6	TBTDP	273,9899	199,5363	62,6357	65,8694

7	WMSR	496,2187	245,1594	88,3884	105,0990
8	WBD	357,4127	217,2282	70,8474	79,4123

Convergence of metaheuristic methods according to $N_p=10$ are given in Figure 1.



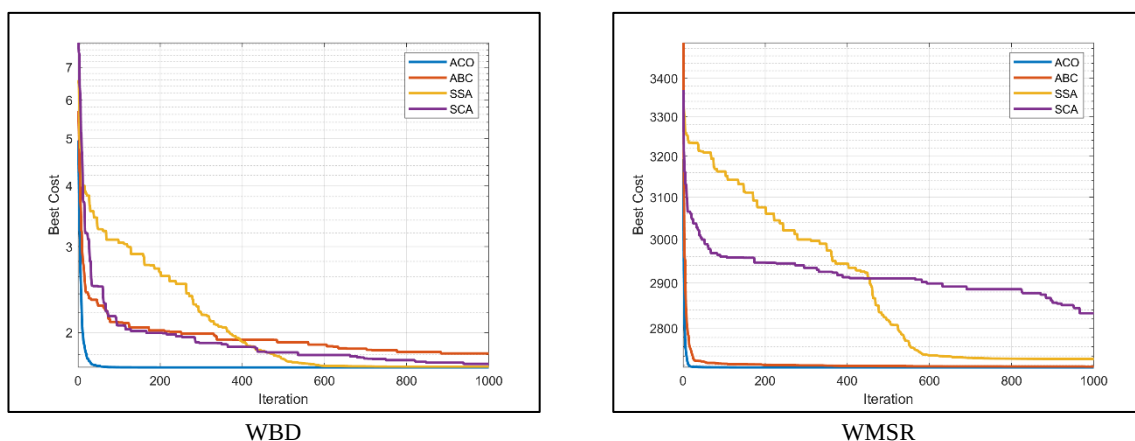


Figure 7. Convergence of metaheuristic algorithms for $N_p=10$.

3.2. In Case of Population Number ($N_p=50$)

In this experiment, the number of iterations was determined as 1000 and the number of populations was 50. Optimization algorithms were run repeatedly 30 times for each engineering problem and the global best fitness scores obtained were averaged. Table 4 shows the global best scores of engineering problems according to $N_p=50$.

Table 7. Global-best fitness values of metaheuristic algorithms.

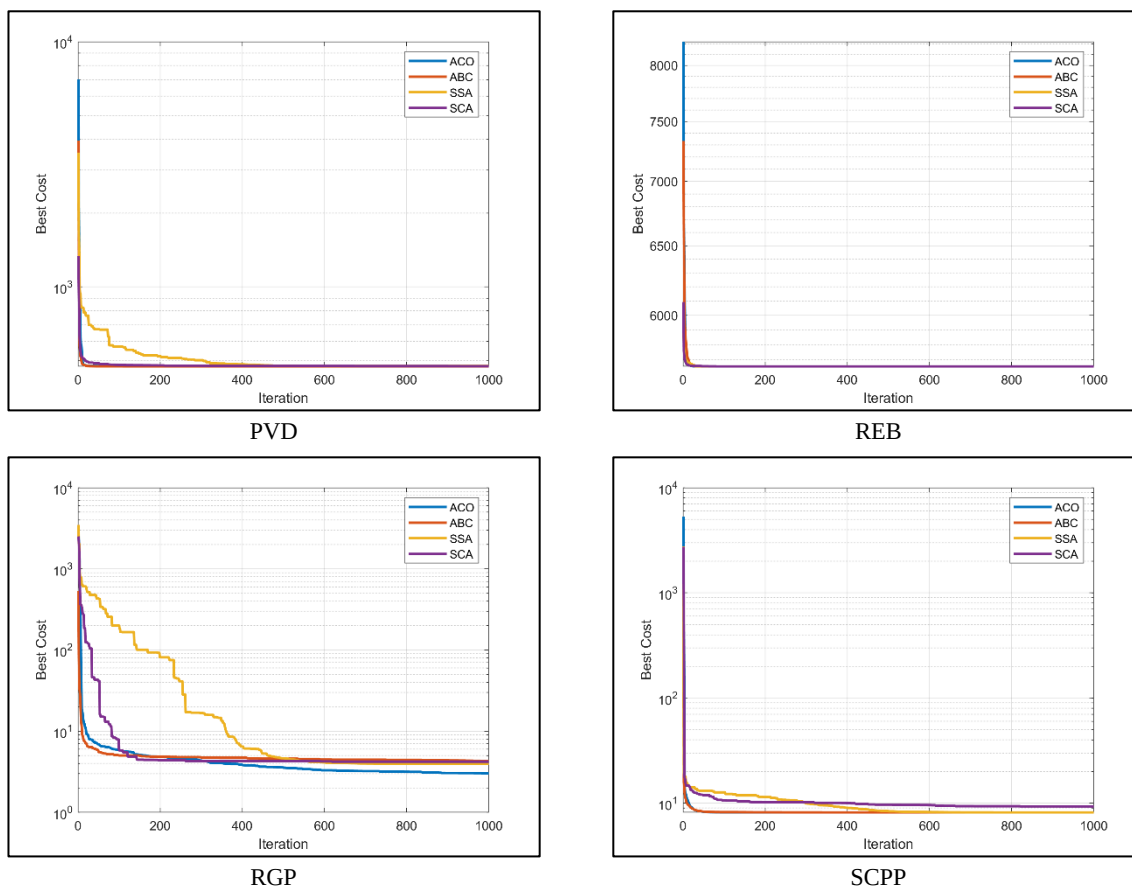
#	Problem	ACO _R	ABC	SSA	SCA
1	PVD	474,4144	474,3841	475,6687	475,0677
2	RGP	3,0242	4,3005	3,9888	4,2147
3	REB	82125,8	82125,8	75858,2	61754,5
4	SCPP	8,1885	8,1885	8,1885	9,3204
5	TCSD	0,0123	0,0124	0,0125	0,0124
6	TBTDP	89,8504	89,8504	89,8504	89,8510
7	WMSR	2715,9872	2715,9872	2734,6323	2792,6272
8	WBD	1,6293	1,6334	1,7144	1,7184

The ACO_R algorithm achieved the best score in all experiments except first problem. The ABC ranks second with the best score in five experiments, and the SSA ranks third with the best score in two experiments. The running times of the optimization algorithms were measured in seconds for each problem, as shown in Table 5. The SSA was the fastest running algorithm in all experiments except second problem.

Table 8. Execution times of metaheuristic algorithms (in sec).

#	Problem	ACOR	ABC	SSA	SCA
1	PVD	2441,3257	2415,4573	894,9065	990,4625
2	RGP	19048,2559	46736,6988	26368,7637	56895,9064
3	REB	3780,1957	4075,2605	1606,6733	1825,5777
4	SCPP	3010,9504	3246,5425	1288,2404	1388,2759
5	TCSD	2631,3144	2696,4627	944,1845	1044,4299
6	TBTDP	2518,8396	2902,1494	914,8963	974,2277
7	WMSR	3170,5489	3335,9925	1159,1721	1332,0030
8	WBD	2736,5262	3004,2976	1015,2128	1100,6511

Convergence of metaheuristic algorithms according to $N_p=50$ are given in Figure 2.



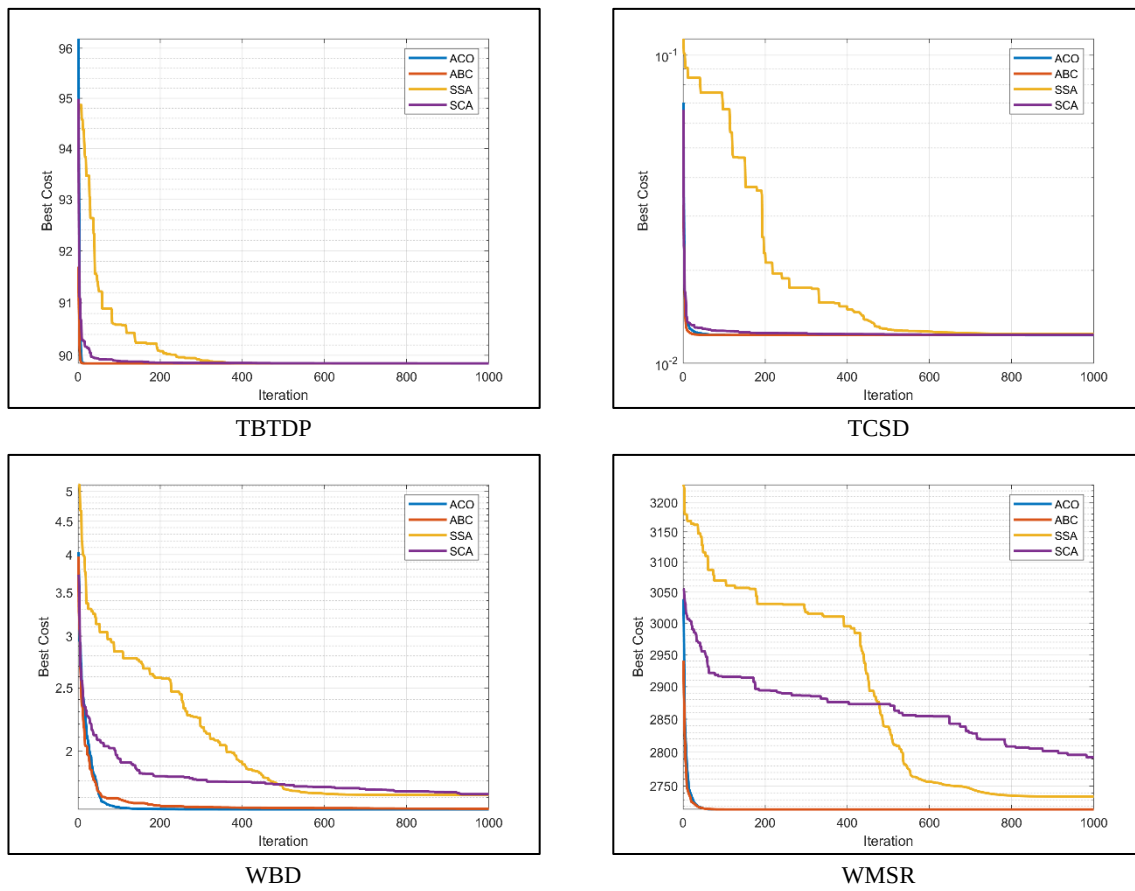


Figure 8. Convergence of metaheuristic algorithms for $N_p=50$.

4. CONCLUSION

In this study, real-world problems were solved with metaheuristic algorithms and performance analysis of the algorithms was carried out. According to the results obtained, it has been determined which method is more suitable for solving design problems in the field of mechanical engineering, in terms of both fitness value and working time. For each problem used in experimental studies, the metaheuristic algorithms were run repeatedly 30 times and the average of the global best scores obtained was calculated. In addition, the average running times of the algorithms were taken into consideration and compared with each other. Depending on the changing conditions of the population number, the experiments were carried out in two stages and the following results were obtained.

According to the results obtained for $N_p=10$; While the ACO_R algorithm achieved the best score in four of the problems, the ABC and SSA algorithms achieved the best score on three and two problems, respectively. When evaluated according to running time, it was seen that SSA was the algorithm that gave the fastest results in all experiments. According to the results of the $N_p=50$ experiment; The ACO_R algorithm achieved the best score in all but one problem. The ABC ranks second with the best score in five problems, and the SSA ranks third with the best score in solving two problems. In this experiment, it is seen that the fastest running algorithm is the SSA.

When the experimental studies are generally evaluated, it is seen that the ACO_R algorithm gives better results than its competitors in real-world engineering design problems. Other optimization algorithms can be listed as ABC, SSA and SCA in order of success. When an evaluation is made according to the running time of the algorithms, it is clearly seen that SSA is overwhelmingly the fastest method. In experimental studies, although ACO_R is generally the slowest running algorithm, it has been observed that its running time is close to the ABC algorithm when the population number is 50. SCA algorithm has the lowest ranking in the experiments. As a result, we can say that ACO_R is the algorithm that produces better solutions and has an ideal running time in solving real-world problems.

REFERENCES

- [1] Jiao, R., Commuri, S., Panchal, J., Milisavljevic-Syed, J., Allen, J. K., Mistree, F., & Schaefer, D. (2021). Design engineering in the age of industry 4.0. *Journal of Mechanical Design*, 143(7): 070801.
- [2] Martins, J. R., & Ning, A. (2021). *Engineering design optimization*. Cambridge University Press.
- [3] Carbas, S., Toktas, A., & Ustun, D. (Eds.). (2021). *Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms for Engineering Optimization Applications*. Springer Tracts in Nature-Inspired Computing.
- [4] Abualigah, L., Elaziz, M. A., Khasawneh, A. M. et al. (2022). Meta-heuristic optimization algorithms for solving real-world mechanical engineering design problems: a comprehensive survey, applications, comparative analysis, and results. *Neural Comput & Applic* 34: 4081–4110.
- [5] Çayiroğlu, İ., & Elen, A. (2012). A heuristic optimization approach for a real-world university timetabling problem. *Advances in Computer Science and Engineering*, 9(2): 103–131.
- [6] Elen, A., & Çayiroğlu, İ. (2010). Solving of scheduling problem with heuristic optimization approach. *Teknoloji*, 13(3): 159–172.
- [7] Elen, A. (2022). A Complete Solution to Exam Scheduling Problem: A Case Study. *Journal of Scientific Reports-A*, 2022(049): 12–34.
- [8] Rather, S. A. & Bala, P. S. (2020). Swarm-based chaotic gravitational search algorithm for solving mechanical engineering design problems. *World Journal of Engineering*, 17(1): 97–114.

- [9] Braik, M., Sheta, A., & Al-Hiary, H. (2021). A novel meta-heuristic search algorithm for solving optimization problems: capuchin search algorithm. *Neural computing and applications*, 33: 2515-2547.
- [10] Adekanmbi, O., & Green, P. (2015). Conceptual Comparison of Population Based Metaheuristics for Engineering Problems. *The Scientific World Journal*, 2015: 1–9.
- [11] Salcedo-Sanz, S. (2016). Modern meta-heuristics based on nonlinear physics processes: A review of models and design procedures. *Phys. Rep.* 655: 1–70.
- [12] Wong, W., & Ming, C. I. (2019). A Review on Metaheuristic Algorithms: Recent Trends, Benchmarking and Applications. 2019 7th International Conference on Smart Computing & Communications (ICSCC). doi: 10.1109/icssc.2019.8843624
- [13] Meng, Z., Li, G., Wang, X., Sait, S. M., & Yıldız, A.R. (2021). A Comparative Study of Metaheuristic Algorithms for Reliability-Based Design Optimization Problems. *Arch Computat Methods Eng*, 28: 1853–1869.
- [14] Abd Elaziz, M., Elsheikh, A. H., Oliva, D., Abualigah, L., Lu, S., & Ewees, A. A. (2021). Advanced Metaheuristic Techniques for Mechanical Design Problems: Review. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 29: 695–716.
- [15] Talatahari, S., & Azizi, M. (2020). Optimization of constrained mathematical and engineering design problems using chaos game optimization. *Computers & Industrial Engineering*, 145: 106560.
- [16] Andersson, J. (2000). A survey of multiobjective optimization in engineering design. Department of Mechanical Engineering, Linköping University, Sweden.
- [17] Savsani, P., & Savsani, V. (2016). Passing vehicle search (PVS): A novel metaheuristic algorithm. *Applied Mathematical Modelling*, 40(5-6), 3951–3978.
- [18] Belkourchia, Y., Azrar, L., & Zeriab, E.-S. M. (2019). A Hybrid Optimization Algorithm for Solving Constrained Engineering Design Problems. 2019 5th International Conference on Optimization and Applications (ICOA).
- [19] Yao, J., Sha, Y., Chen, Y., & Zhao, X. (2022). A Novel Ensemble of Arithmetic Optimization Algorithm and Harris Hawks Optimization for Solving Industrial Engineering Optimization Problems. *Machines*, 10(8): 602.
- [20] Bahari, M. S., Harun, A., Zainal Abidin, Z., Hamidon, R., & Zakaria, S. (Eds.). (2021). *Intelligent Manufacturing and Mechatronics. Lecture Notes in Mechanical Engineering*.
- [21] Zuo, W., Zhao, C., Zhou, L., & Guo, G. (2018). Comparison of gradient and nongradient algorithms in the structural optimization course. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 47(3): 275-290.

- [22] Sheikhi Azqandi, M., Delavar, M. & Arjmand, M. An enhanced time evolutionary optimization for solving engineering design problems. *Engineering with Computers* 36, 763–781 (2020).
- [23] Lin, M.-H., Tsai, J.-F., Hu, N.-Z., & Chang, S.-C. (2013). Design Optimization of a Speed Reducer Using Deterministic Techniques. *Mathematical Problems in Engineering*, 2013, 1–7.
- [24] Ragsdell, K.M. & Phillips, D.T. (1976) Optimal design of a class of welded structures using geometric programming, *ASME Journal of Engineering for Industries* 98(3):1021-1025, Series B.

DESIGNING LATTICE-STRUCTURED EXPERIMENTAL SPECIMENS VIA AUTOMATED PARAMETER ITERATIONS USING NTOPCL AND PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE

Research Assistant, Ahmet DAYANÇ

Kutahya Dumlupinar University, ahmet.dayanc@dpu.edu.tr – ORCID: 0000-0002-5214-9021

ABSTRACT

This study focuses on the automated generation and simulation of compression test samples made from lattice structures using the automation features of nTopology, an implicit modeling software. The research is vital for selecting lattice structures with lightweight and robust designs, which have significant potential applications in engineering. The study involves the automatic creation of 48 distinct samples with varying cell sizes, beam thicknesses, and types of lattice structures that influence porosity. This process was carried out using nTopCL and a custom Python script specifically designed for this workflow. Parameters such as the percentage of weight savings per unit volume, stress, strain, and mass of the samples were examined in detail.

Significant variations were observed among the samples. The lightest sample was found to have a Simple Cubic lattice structure, while the most durable was identified as IsoTruss. Conversely, the heaviest sample was of the Weaire-Phelan structure, and the least durable was Diamond. These findings demonstrate the significant impact of the type and geometric dimensions of the lattice structure on the mechanical properties of the samples. According to the analysis results, 20 samples are predicted to break, whereas 28 will undergo only elastic deformation.

This study provides valuable insights into understanding the mechanical behavior of lattice structures under compression and can be fundamental in customizing these structures for potential engineering applications. The findings specifically point to certain lattice types for applications requiring lightweight and high durability, offering guidance for further research in this field.

Keywords : Automation, Lattice Structures, nTopCL, nTopology, Python

INTRODUCTION

In engineering, there are various approaches to create lightweight and robust lattice structures that may have significant potential applications. Currently, one of the most advanced modeling technologies available for constructing these lattice structures is the nTopology software [1]. The implicit modeling technology of nTopology allows for the rapid creation of desired lattice structures. Furthermore, these lattice structures can be extensively customized and optimized [2]. Lattice structures can be generated either by periodically replicating unit cell designs in

three different axes or by designing them to possess random arrangements and characteristics. Various types of lattice structures exist: Surface lattices, Strut lattices, and Planar-based lattices. Surface lattices can be derived from trigonometric equations, while strut lattices can be designed with rods connecting in different directions. Planar-based lattices are three-dimensional structures formed by extruding a periodic pattern designed on a two-dimensional plane. These lattice types exhibit distinct mechanical advantages over each other, including increased surface area, shock absorption, self-supporting capabilities, weight reduction, and vibration and noise reduction [3].

In this study, the impact of unit cell type, cell size, and beam thickness parameters on the selection of lattice structures for lightweight engineering components was investigated. A total of 48 simulations were conducted to examine the effects of 12 different unit cell types, 2 different unit cell sizes, and 2 different beam thicknesses.

MATERIAL AND METHOD

Given that individually designing samples, meshing, and conducting simulations would entail a significant workload and time consumption, this study has developed an automation process. To construct this automation process, nTopCL commands from the nTopology software were utilized [4]. Furthermore, coding was necessary to enable the operation of each automation process with different parameters, for which the Python programming language was employed [5]. Python is an easy-to-learn, powerful, rich library-equipped, high-level, and general-purpose programming language. It places great emphasis on code readability and can also be considered a scripting language. Python scripts are files containing Python code and can be customized for various purposes, such as automating small tasks, and are capable of solving specific problems [6], [7]. Figure 1 below presents a general view of the workflow in nTopology, where various combinations of inputs have been applied through a Python script, resulting in the creation of 48 different design iterations.

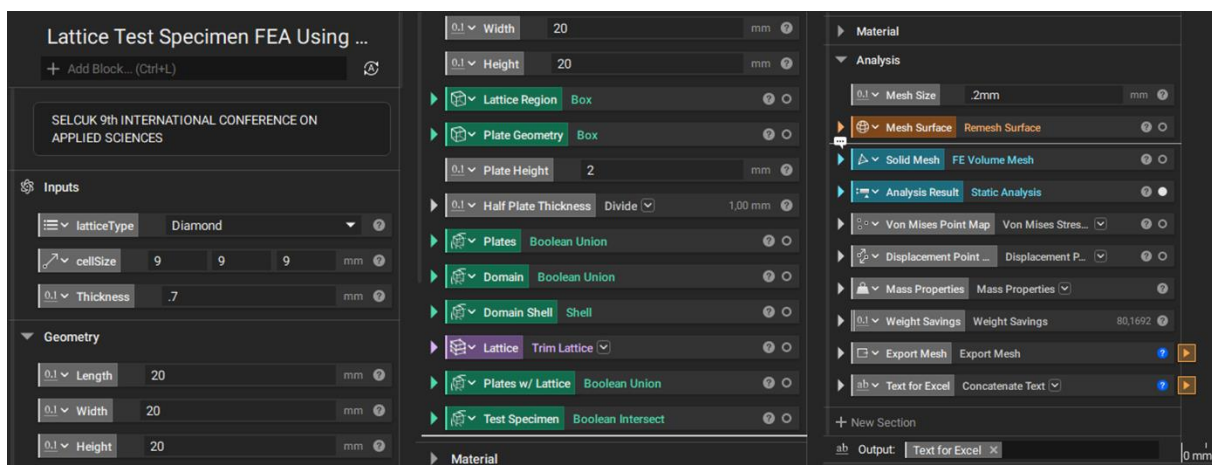


Figure 1. Workflow in nTopology

RESULTS AND CONCLUSION

As a result of the study, Figure 2 below provides a general overview of the 48 different experimental samples created using nTopCL and Python Script.

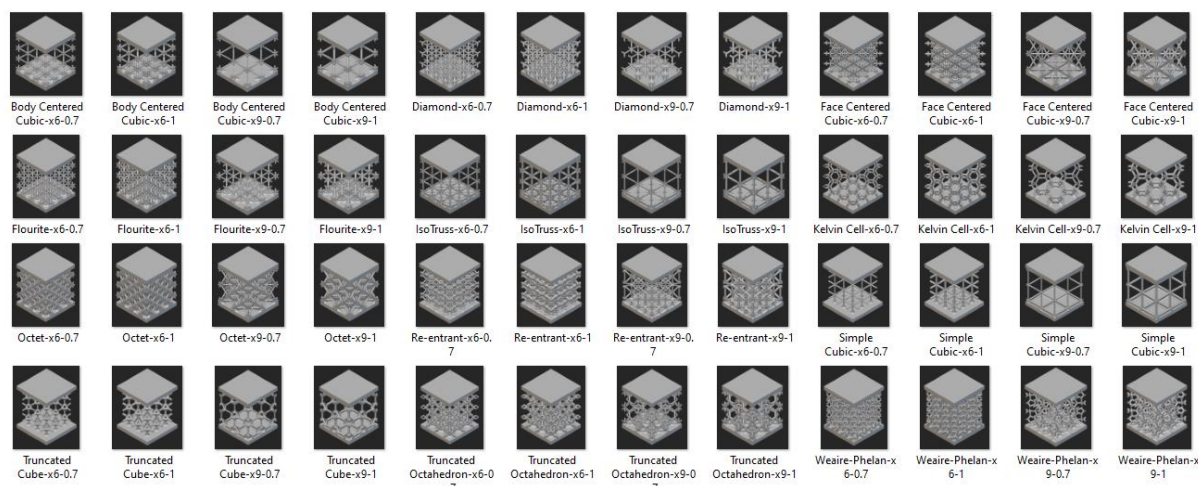


Figure 2. Design Iterations

Significant differences were observed among the designed lattice structures. The lightest design is a 'Simple Cubic' type, weighing 8.55 grams with dimensions of [6.0, 6.0, 6.0] - 0.7 mm. The most durable design weighs 17.68 grams, is an 'IsoTruss' type, and has dimensions of [6.0, 6.0, 6.0] - 1.0 mm. Despite being twice as heavy as the 'Simple Cubic' type, it exhibits seven times less Von Mises stress. The heaviest design is a 'Weaire-Phelan' type, weighing 20.36 grams with dimensions of [6.0, 6.0, 6.0] - 1.0 mm. This cell type is slightly heavier than the 'IsoTruss' and has slightly higher Von Mises stresses, but they perform similarly. The least durable design is a 'Diamond' type, weighing 9.11 grams with dimensions of [9.0, 9.0, 9.0] - 0.7 mm. These findings indicate that the type of lattice has a significant and crucial impact on mechanical properties. According to the analysis results, it is predicted that 20 samples will break, while 28 will undergo only elastic deformation.

REFERENCES

- [1] nTop, "The most advanced lattice generation software." Accessed: Dec. 17, 2023. [Online]. Available: <https://www.ntop.com/software/capabilities/lattice-structures/>
- [2] nTopology, "Lightweighting with implicit models." Accessed: Dec. 17, 2023. [Online]. Available: <https://www.ntop.com/resources/blog/lightweighting-with-implicit-models/>
- [3] Gen3D, "Types of lattices for additive manufacturing." Accessed: Dec. 17, 2023. [Online]. Available: <https://gen3d.com/news-and-articles/types-of-lattices-for-additive-manufacturing/>
- [4] Metal-am.com, "nTopology update enables real-time visualisation of complex structures." Accessed: Dec. 17, 2023. [Online]. Available: <https://www.metal-am.com/ntopology-update-enables-real-time-visualisation-of-complex-structures/>
- [5] nTopCL, "Running nTop Automate in Python scripts." Accessed: Dec. 17, 2023. [Online]. Available: <https://support.ntop.com/hc/en-us/articles/360052703693-Running-nTop-Automate-in-Python-scripts>

- [6] Python.org, “The Python Tutorial — Python 3.12.1 documentation.” Accessed: Dec. 17, 2023. [Online]. Available: <https://docs.python.org/3/tutorial/index.html>
- [7] Real Python, “How to Run Your Python Scripts and Code.” Accessed: Dec. 17, 2023. [Online]. Available: <https://realpython.com/run-python-scripts/>

AĞ SİMÜLASYON ARAÇLARININ KAPSAMLI BİR KARŞILAŞTIRMASI

Sümeyye TEMİZEL

Sakarya Üniversitesi, y235006008@sakarya.edu.tr - 0009-0006-9613-2041

Şeyma Nur GEZMİŞ

Sakarya Üniversitesi, y225012053@sakarya.edu.tr - 0000-0001-8365-3557

Dr. Öğr. ÜYESİ Abdullah SEVİN

Sakarya Üniversitesi, asevin@sakarya.edu.tr - 0000-0001-9694-0870

ÖZET

Bilgisayar ağları günlük hayatımızda katlanarak büyümektedir ve yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Ağ mühendislerine olan talep ise bu gelişmelere paralel olarak artış göstermektedir. Bilgisayar ağları uygulamalarında geliştirilen algoritmalar, protokoller, tasarımlar için uygun bir ağ simülasyon ortamı veya araçlarının öğrenilmesi ve kullanımı önem arz etmektedir. Her ağ aracının kendisine özgü özellikleri olmakta ve bunların genel olarak karşılaştırmalı sunumu faydalı bir çalışma olacaktır. Ağ protokollerinin kontrolü ve doğrulanması için kullanılan simülasyon araçları, ağ tasarımı ve analizi süreçlerini kolaylaştırmaya yardımcı olmaktadır. Ayrıca, ağ simülasyon araçları, yeni protokollerin test edilmesi ve mevcut protokollerin kontrollü bir şekilde değiştirilmesi için tasarımcılara olanak sağlamaktadır. Bu makale çalışmada ağ simülasyon ve modelleme araçlarının temel özellikleri, avantajları ve dezavantajları açıklanarak karşılaştırmaları yapılmıştır. Yapılan çalışmanın sonunda genel karşılaştırma tablosu oluşturulmuş ve temel özellikler bakımından ağ simülatörlerinin artı ve eksi yönleri belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağ Simülatörleri, NS-2, NS-3, GNS-3, NetSim, MATLAB, Microsoft Visio, OPNET-Riverbed.

A COMPREHENSIVE COMPARISON OF NETWORK SIMULATION TOOLS

ABSTRACT

Computer networks are growing exponentially in our daily lives and are widely used. The demand for network engineers is increasing in parallel with these developments. It is important to learn and use a suitable network simulation environment or tools for algorithms, protocols and designs developed in computer network applications. Each network tool has its own characteristics, and a general comparative presentation of these will be a useful study. Simulation tools used to control and verify network protocols help facilitate network design and analysis processes. Additionally, network simulation tools enable designers to test new protocols and modify existing protocols in a controlled manner. In this article, the basic features, advantages and disadvantages of network simulation and modeling tools are explained and compared. At the end of the study, a general comparison table was created and the pros and cons of network simulators in terms of basic features were stated.

Anahtar Kelimeler: Network Simulators, NS-2, NS-3, GNS-3, NetSim, MATLAB, Microsoft Visio, OPNET-Riverbed.

1. GİRİŞ

Bilgisayar aracılığıyla yapılan simülasyon günümüzde bilim, mühendislik ve diğer uygulama alanlarında önemli ve modern bir teknolojik öneme sahiptir. Simülasyon, çeşitli amaçlar için kullanılabilir ve bir bilgisayar üzerinde nesneleri veya etkinlikleri modelleme yeteneğine sahiptir. Bu, sistemlerin detaylı bir şekilde incelenmesini, genel yapısının anlaşılmasını ve davranışının tahmin edilmesini sağlar. Mühendislik alanlarında, özellikle inşaat, yapısal mühendislik, makine mühendisliği ve ağ ile haberleşme mühendisliği gibi çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır [1].

Özellikle ağ simülasyonu, bilgisayar destekli benzetim araçlarını kullanarak gerçekleştirilir. Bu simülasyonlar, sadece görsel veya gerçek zamanlı izleme özelliklerine odaklanmak yerine, protokol veya özel algoritmaların performansına ve geçerliliğine daha fazla önem vermektedir. Hızla gelişen ağ teknolojilerine paralel olarak birçok farklı simülasyon aracı geliştirilmiştir. Bu

araçların önemi ve kalitesi, yaygın olarak kullanılan algoritma ve protokolleri ne kadar iyi desteklediklerine bağlıdır. Ayrıca, ağ simülasyonlarının her zaman ölçeklenebilir açık platformlar gerektirdiği ve internetin farklı katman teknolojilerine sahip bir ağ yığını olduğu vurgulanmıştır [2]. Bu araştırmada ağ simülasyonu alanında temel kavramların anlatıldığı, simülasyon ve simülatörün temel yapısının açıklandığı ve farklı ağ benzetim modelleme araçlarının genel yapıları ile özelliklerinin karşılaştırılması yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Ağ simülasyonu alanında önemli bir kilometre taşı olan NS-2, 1990'ların ortalarında geliştirilmeye başlanmış ve bilgisayar ağları, iletişim sistemleri ve protokollerin simülasyonu için açık kaynaklı bir araç haline gelmiştir. Ağ simülasyonu ile ilgili ilk çalışmaların kesin tarihini belirtmek zor olsa da, NS-2'nin bu alandaki evrimi, bilgisayar ağlarının hızla gelişen doğasıyla uyumlu olarak şekillenmiştir.

Weingartner ve ekibi, NS-2, NS-3 ve OMNeT simülatörlerini karşılaştırarak, NS-3 ve OMNeT'in benzer simülasyon sürelerine sahip olduğunu, NS-2'nin ise daha uzun süre gerektirdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca, bellek kullanımı açısından NS-3'ün en etkili, NS-2'nin ise en yüksek bellek kullanım oranına sahip olduğu tespit edilmiştir [3].

Hassouna ve ekibi, NS-2'de bir ortam erişim protokolü tasarlayarak, çok kullanıcıli çeşitliliği destekleyen protokollerin NS-2 üzerinde uygulanabilmesi için bir uzantı geliştirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, bu modeli oluşturmak için kullandıkları farklı fonksiyonları ayrıntılı bir şekilde tanımlamışlar ve NS-2 uzantısı üzerinde yeni bir ortam erişim protokolünü uygulamanın adımlarını iki örnek üzerinden açıklamışlardır. 2012 tarihli çalışmalarında, geliştirdikleri NS-2 uzantısının, çeşitli protokollerin NS-2 ortamında etkili bir biçimde kullanılmasını sağlayacak bir araç olduğunu belirtmişlerdir [4].

2012 yılında Siraj ve ekibi tarafından yürütülen bir çalışmada, NS-2, NS-3, OPNET, Netsim, OMNeT++, REAL, J-Sim ve QualNet simülatörleri incelenmiştir. Bu simülatörlerin avantajları ve dezavantajları detaylı bir şekilde ele alınmış, ayrıca simülatörler üzerinde örnek bir senaryo simülasyonu gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Siraj ve ekibinin bu çalışması, çeşitli ağ simülasyon araçları arasındaki performans farklılıklarını belirlemek ve bu simülatörlerin uygulama alanlarına dair bir anlayış sağlamak adına önemli bir kaynak olarak öne çıkmaktadır [5].

Rattal ve ekibi, OPNET Modelleyicisi üzerinde H.323 protokolünü destekleyen yeni bir SIP Proxy prototipi öneren bir makale yayınlamışlardır. Bu çalışmada, SIP protokollerine yönelik detaylı bir inceleme gerçekleştirilmiş ve aynı zamanda H.323 çağrılarını kurmak için SIP yapısını içeren yeni bir cihazın oluşturulması için yapılan modifikasyonlar üzerine derin bir çalışma yürütülmüştür [6].

3. AĞ SİMÜLASYON ARAÇLARI

3.1. NS-2

Network Simulator 2 (NS-2), bilgisayar ağları üzerinde simülasyon yapmak ve ağ protokollerini değerlendirmek amacıyla kullanılan C++ çekirdek üzerine inşa edilmiş açık kaynaklı bir yazılım platformudur. NS-2, GNU Genel Kamu Lisansı sürüm 2 altında lisanslanmış olup, GNU/Linux, FreeBSD, Solaris, MacOS ve Windows gibi çeşitli işletim sistemlerini destekler. NS-2, bilgisayar ağlarındaki çeşitli özellikleri, protokolleri ve uygulamaları modellemek için kullanılarak, ağ tasarımı ve performans analizi gibi birçok konuda araştırma ve eğitim amaçlarıyla kullanılmaktadır [7].

NS-2'nin temel özellikleri aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

Ağ Simülasyonu: NS-2, gerçek ağ ortamlarını taklit ederek, farklı ağ topolojileri, iletişim protokolleri ve uygulamaları simüle etme imkânı sunar. Bu sayede ağ davranışları üzerinde çeşitli testler yapılabilir ve ağ tasarımını optimize etmek için deneyler gerçekleştirilebilmektedir.

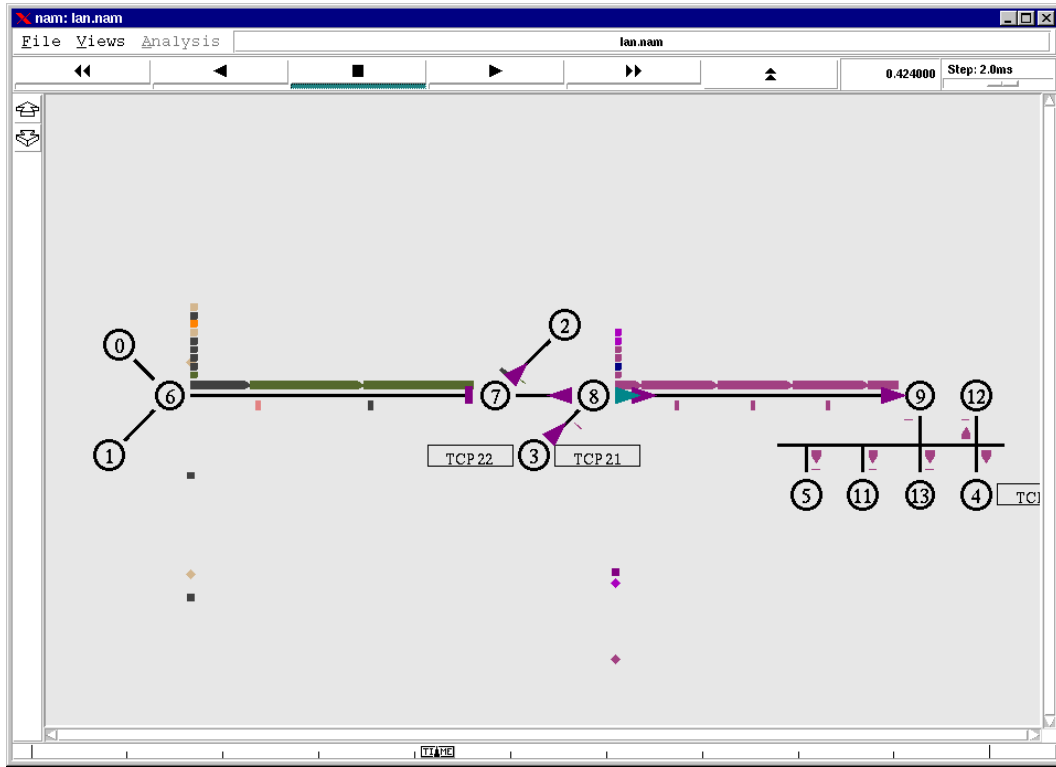
Protokol Modelleme: NS-2, çeşitli ağ protokollerini modelleme yeteneği sağlar. TCP/IP, UDP, ICMP gibi temel ağ protokollerinin yanı sıra, özel protokoller ve yeni tasarımlar da simüle edilebilmektedir.

Kablosuz Ağ Simülasyonu: NS-2, kablosuz ağları ve sensör ağlarını simüle etme konusunda güçlüdür. Wi-Fi, WiMAX gibi kablosuz teknolojilerin performansını değerlendirebilmektedir.

Hata ve Güvenlik Analizi: NS-2, ağ üzerindeki hataları ve güvenlik zafiyetlerini simüle etme yeteneği sunar. Bu, ağın güvenilirliği ve güvenliği üzerinde çalışmalar yapmanıza yardımcı olur.

Eğitim Amaçlı Kullanım: NS-2, öğrencilerin ve araştırmacıların ağ teknolojilerini anlamaları ve test etmeleri için kullanılan bir öğrenme aracıdır.

NS-2'nin kullanımı genellikle komut satırı arayüzüyle yapılır ve TCL (Tool Command Language) tabanlı senaryo dosyaları kullanılarak simülasyonlar tanımlanır. Sonuçlar, grafiksel arayüzler veya log dosyaları aracılığıyla analiz edilebilir. NS-2'nin açık kaynak olması, kullanıcıların kodu incelemesini, özelleştirmesini ve genişletmesini sağlamaktadır. NS-2'de örnek bir ağ simülasyonu Görsel 1'de sunulmuştur.



Görsel 1. NS-2 Kullanıcı Arayüzü [8]

3.2. OPNET-Riverbed

OPNET şimdiki ismiyle Riverbed, bilgisayar ağları ve iletişim protokollerini simüle etmek, modellemek ve performans analizi yapmak amacıyla kullanılan bir ağ simülasyon programıdır. Yazılımın esnek modelleri, grafik arayüzleri ve nesne tabanlı tasarımı, detaylı ağ modellerinin geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Simülasyon sonuçları, çeşitli istatistikleri ve grafik ifadeleri otomatik olarak üreterek analiz ve performans değerlendirmesi için olanak sağlamaktadır. Ayrıca, OPNET-Riverbed, hata ayıklama özellikleri ile simülasyon kodlarının yazımını destekleyen aktif bir ortam sunar. Geniş özellikleri sayesinde yerel alan, geniş alan, kablosuz ağ, mobil ağ uygulamaları, iletişim mimarisi ve protokoller gibi birçok alanda kullanılmaktadır. OPNET-Riverbed, ağ mühendisliği, iletişim sistemleri tasarımı ve

performans analizi konularında geniş bir uygulama yelpazesi sunan kapsamlı bir yazılım aracıdır [9].

OPNET-Riverbed'in başlıca özellikleri:

Ağ Simülasyonu ve Modelleme: OPNET-Riverbed, farklı ağ tipleri, protokoller ve cihazlar üzerinde gerçek dünya senaryolarını simüle etmek için kullanılır. Bu, ağ tasarımı, optimizasyon ve güvenilirlik analizi için önemli bir araçtır.

Performans Analizi: OPNET-Riverbed, ağ performansını değerlendirmek için çeşitli analiz araçları sunar. Ağın genel hızını, bant genişliğini, gecikmeyi ve diğer performans ölçütlerini anlamak için kullanılmaktadır.

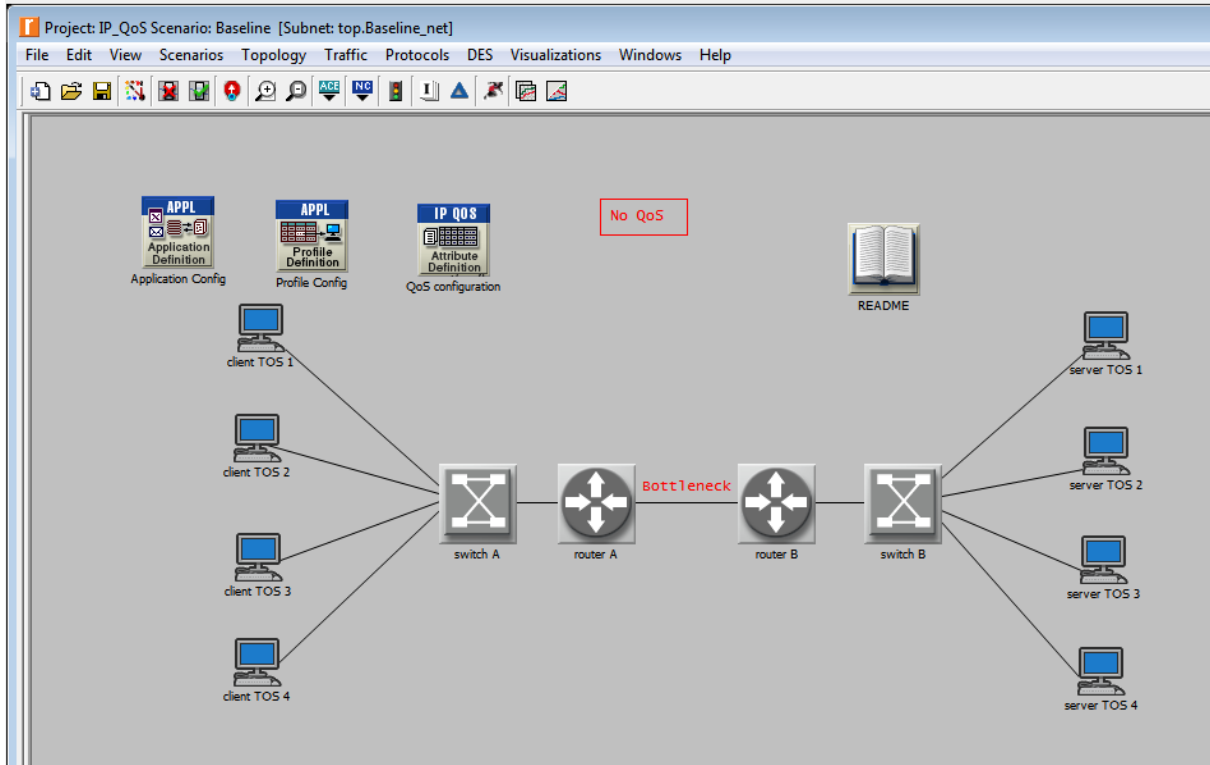
Protokol Simülasyonu: Farklı iletişim protokollerinin simülasyonunu yapma yeteneği, özellikle yeni protokollerin tasarımı ve testi için kullanışlıdır.

Grafik Kullanıcı Arayüzü: OPNET-Riverbed, kullanıcı dostu bir grafik arayüzü sunar, bu da kullanıcıların ağ topolojilerini, senaryolarını ve simülasyon parametrelerini görsel olarak oluşturmasını sağlar.

Optimizasyon ve Tasarım Araçları: OPNET-Riverbed, ağ tasarım süreçlerini optimize etmek ve iyileştirmek için özel araçlar sunar. Bu, ağın verimliliğini artırmak için kullanılır.

Eğitim ve Araştırma: OPNET-Riverbed, ağ mühendisliği eğitimi ve araştırmalarında sıkça kullanılır. Öğrencilere ve araştırmacılara gerçek dünya ağ senaryolarını anlama ve analiz etme fırsatı verir.

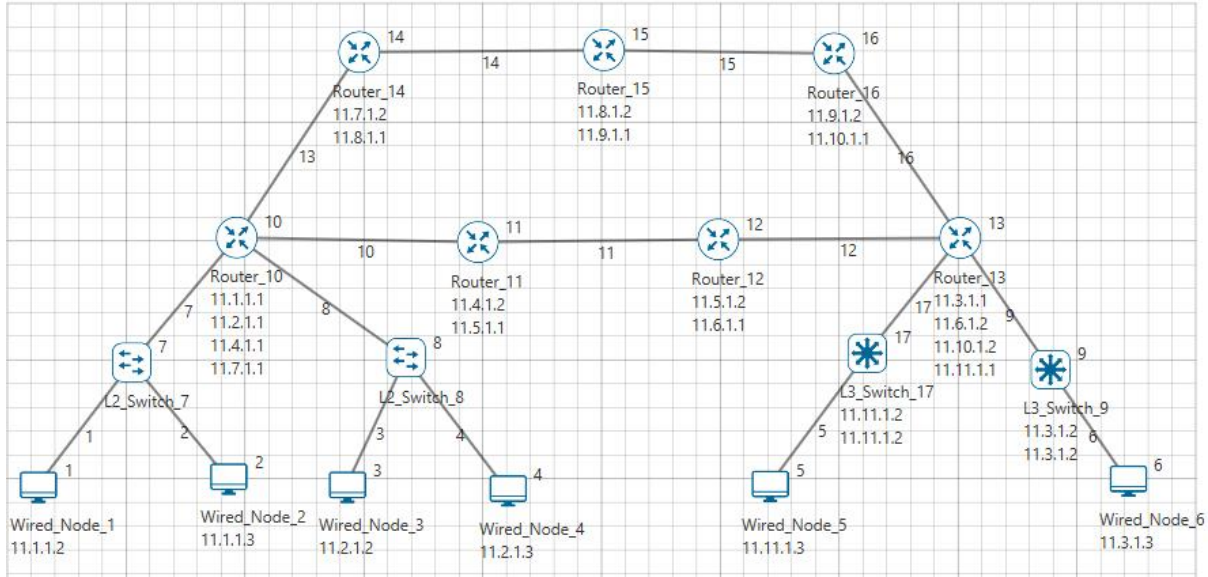
OPNET-Riverbed, ağ mühendisliği, iletişim sistemleri tasarımı ve performans analizi konularında geniş bir uygulama yelpazesi sunan kapsamlı bir yazılım aracıdır. OPNET-Riverbed'te örnek bir ağ simülasyonu Görsel 2'de sunulmuştur.



Görsel 2. OPNET-Riverbed proje editörü

3.3. NetSim

NetSim, Tetcos firması ve Hint Bilim Enstitüsü iş birliğiyle geliştirilen bir ağ simülasyon programıdır. İlk sürümü 2002'de piyasaya sürülmüş olup, akademik ve ticari versiyonları bulunmaktadır. Akademik versiyon, dünya genelinde 250 üniversitede bilgisayar ağı eğitimlerinde kullanılmaktadır. NetSim'in model kütüphanesi, birçok protokolün uygulamasına olanak tanır ve analiz araçlarıyla detaylı paket izleme ve performans ölçümleri yapılabilir. Açık kaynak kodlu protokol kütüphaneleri, kullanıcılara istedikleri simülasyonları gerçekleştirme ve protokoller üzerinde değişiklik yapma imkânı sunar. Kullanıcılar, adım adım ilerleyerek simülasyon süreçlerini takip edebilir. NetSim'in bileşen yapısı kullanıcıların ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilir ve sadece kullanılan bileşenlerin satın alınmasına olanak tanır, bu da ticari sürüm maliyetini azaltır [10]. NetSim'de örnek bir ağ yönlendirme simülasyonu Görsel 3'de sunulmuştur.



Görsel 3. NetSim[11]

3.4. MATLAB

MATLAB, simülasyon ve modelleme alanında geniş bir kullanım sunmaktadır. Bu özellikler, mühendislik, fizik, biyoloji, ekonomi ve birçok başka alanda sistemlerin analizi, tasarımı ve keşfi için kullanılmaktadır. MATLAB'ın simülasyon ve modelleme yeteneklerinin bazıları şunlardır:

Sistem Simülasyonu: MATLAB, sistemlerin zaman içindeki davranışlarını modelleme ve simüle etme yeteneği sunar. Bu, özellikle kontrol sistemleri, elektrik devreleri, ısı transferi, akışkanlar dinamiği ve diğer fiziksel süreçlerin analizi için önemlidir. Simulink adlı MATLAB aracı, sistem dinamiğinin modellenmesi ve simülasyonu konusunda güçlü bir araçtır.

Matematiksel Modeller: MATLAB, matematiksel modellerin oluşturulması ve analiz edilmesi için kullanılır. Kullanıcılar, diferansiyel denklemler, integral denklemler ve çeşitli matematiksel ifadeler aracılığıyla sistemlerin matematiksel modelleri tanımlanabilmektedir.

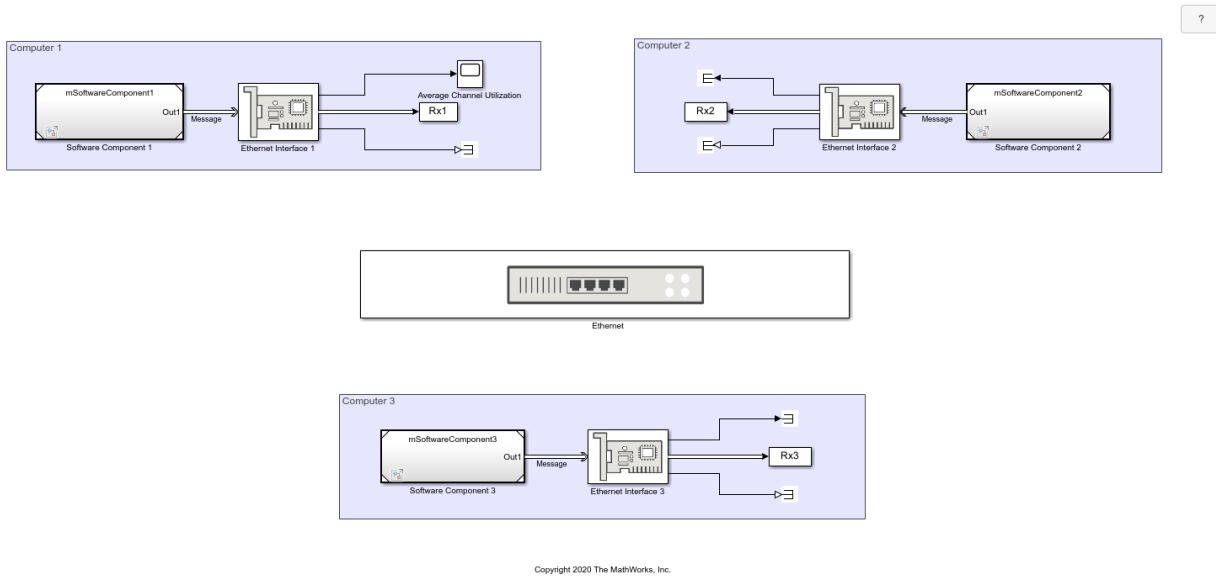
Sinyal İşleme: MATLAB, sinyal işleme uygulamalarında kullanılabilecek bir dizi araç içerir. Örneğin, ses işleme, görüntü işleme, radyo frekans analizi gibi alanlarda sinyallerin modellenmesi ve analizi için kullanışlıdır.

Optimizasyon ve Karar Analizi: MATLAB, sistem tasarımı ve kontrolü için optimizasyon algoritmalarını içerir. Kullanıcılar, belirli bir hedefe ulaşmak için değişkenlerin optimize edilmesi ve karar analizi yapabilirler.

Uygulama Geliştirme: MATLAB, kullanıcıların interaktif arayüzler oluşturmalarına ve bu arayüzler aracılığıyla modelleri veya simülasyonları etkileşimli bir şekilde kullanmalarına olanak tanır. Kullanıcı arayüzü tasarımı konusunda araçlar sunar.

Farklı Alanlarda Kullanım: MATLAB'ın bu simülasyon ve modelleme yetenekleri, elektrik mühendisliğinden biyomedikal mühendisliğe, finanstan fiziksel modellemeye kadar birçok farklı alanda kullanılabilir.

Bu özellikler, MATLAB'ın geniş bir uygulama yelpazesi olan bir araç olduğunu gösterir ve birçok disiplindeki profesyoneller ve araştırmacılar tarafından yaygın olarak tercih edilmektedir. MATLAB'de örnek bir sistem simülasyonu Görsel 4'te sunulmuştur.



Görsel 4. MATLAB[12]

3.5. GNS3

GNS3 (Graphical Network Simulator-3), Macintosh, Windows ve Linux platformlarını destekleyen açık kaynaklı yazılım platformudur ve karmaşık ağların simüle edilmesine, test edilmesine ve konfigüre edilmesine olanak tanır. GNS3, ağ topolojilerini grafiksel bir ortamda oluşturarak ağ konfigürasyonlarını daha kullanıcı dostu bir şekilde yapma imkânı sağlar. Ayrıca, GNS3 verim açısından normal bir araçtan çok daha etkilidir ve öğrenme ve test amacıyla laboratuvar ortamlarında kullanılabilir [13].

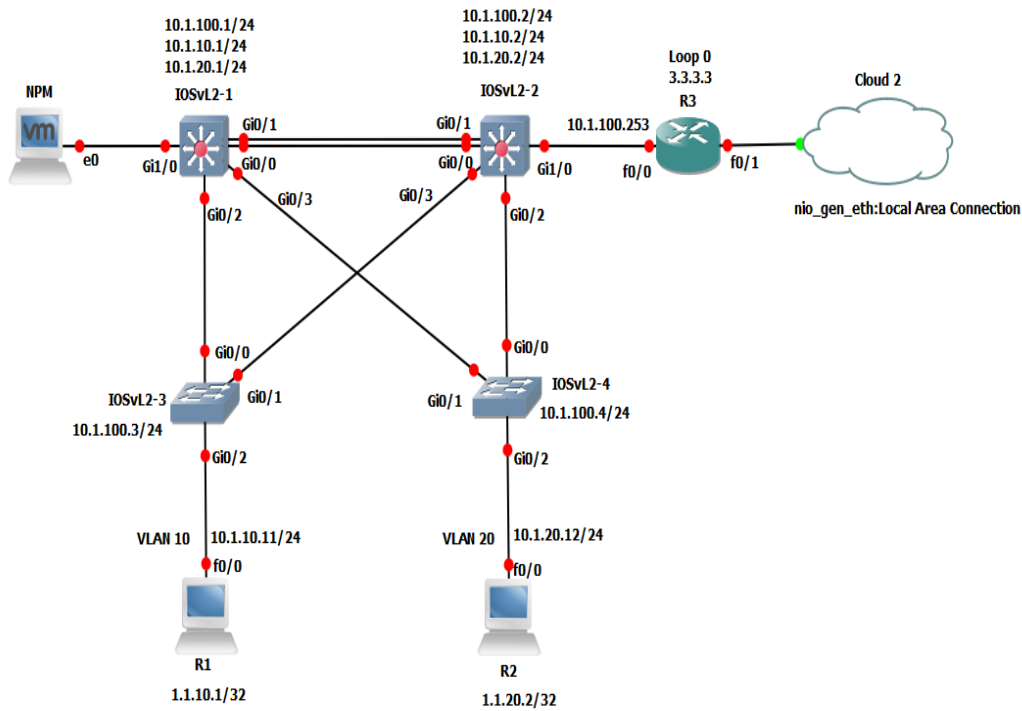
GNS3'ü kullanarak aşağıdaki başlıca işlemler gerçekleştirilebilir:

Ağ Simülasyonu: GNS3, gerçek cihazlar ve sanal makineler aracılığıyla karmaşık ağları simüle etme yeteneği sunar. Cisco router ve switch'leri, Juniper yönlendircileri gibi çeşitli cihazları sanal olarak çalıştırabilme imkanı sunar.

Ağ Emülasyonu: GNS3, gerçek ağ ortamlarını taklit etmek amacıyla çeşitli sanal makineleri ve cihazları destekler. Bu sayede ağ konfigürasyonlarınızı test etmek ve uygulamak için sanal bir ortam oluşturabilir.

Protokol Testi: Farklı ağ protokollerini test etmek için GNS3 kullanabilir. Örneğin, OSPF, BGP gibi yönlendirme protokollerini simüle edebilir ve bu protokollerin ağ üzerindeki davranışı incelenebilmektedir.

Eğitim ve Sertifikasyon: GNS3, ağ mühendisleri ve öğrenciler için eğitim ve sertifikasyon hazırlıkları için ideal bir platform sunar. Gerçek ağlara benzer senaryolar oluşturarak pratik yapma imkânı sağlar. GNS3'de örnek bir ağ simülasyonu Görsel 5'de sunulmuştur.



Görsel 5. GNS3[14]

3.6. NS-3

NS-3 (Network Simulator 3), bilgisayar ağları ve iletişim sistemleri üzerinde simülasyon ve araştırma yapmak amacıyla kullanılan açık kaynaklı bir ağ simülasyon yazılımıdır. NS-3, ağ protokollerini, uygulamalarını ve ağ mimarilerini modellemek için kullanılabilir.

Öğrenciler, araştırmacılar ve endüstri profesyonelleri genellikle ağ performansını değerlendirmek ve yeni protokoller tasarlamak için NS-3 tercih edebilmektedir. NS-1 geliştirilmemektedir, NS-2 aktif bakım almamakta ancak NS-3 aktif bir şekilde geliştirilmektedir.

NS-3'ün bazı özellikleri şunlardır:

Açık Kaynaklı: NS-3, açık kaynaklı bir proje olup, topluluk tarafından geliştirilmekte ve desteklenmektedir. Bu, kullanıcıların kaynak kodunu inceleyip değiştirebilmelerine olanak tanır.

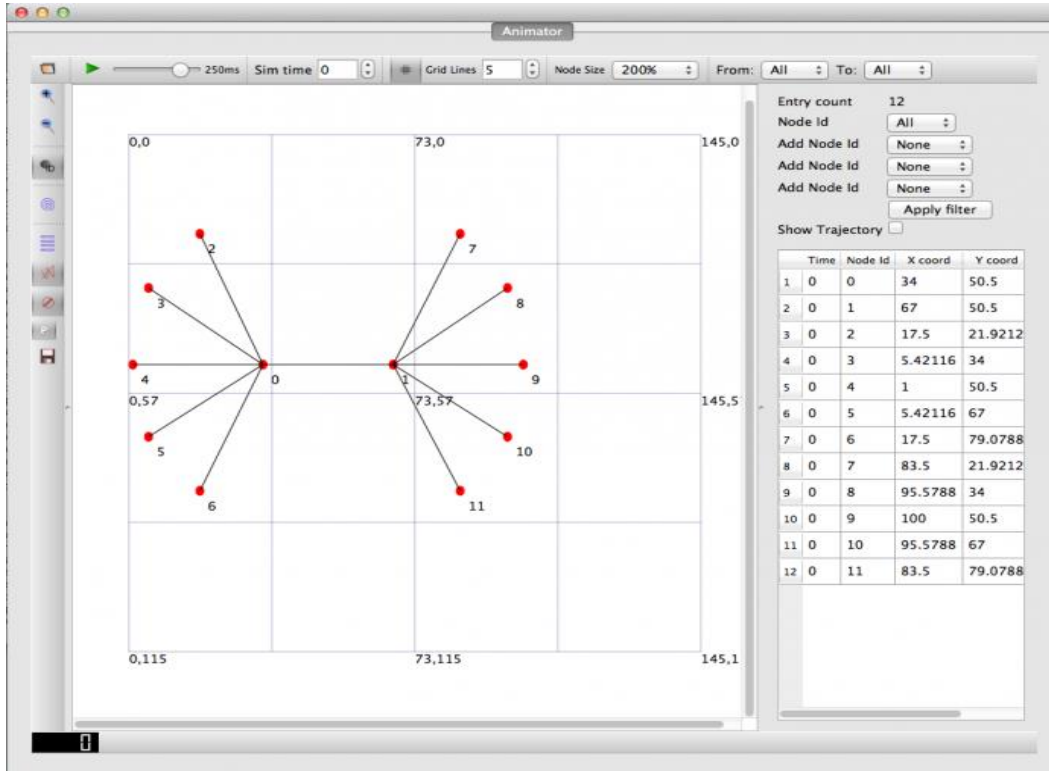
Geniş Kapsam: NS-3, geniş bir ağ simülasyonu çerçevesi sunar ve çeşitli ağ teknolojilerini ve protokollerini modellenabilir. Kablosuz ağlar, sensör ağları, iletişim ağları gibi birçok farklı senaryoyu destekler.

Python ve C++ Desteği: NS-3, Python ve C++ dillerini destekler. Kullanıcılar, senaryolarını Python veya C++ ile yazabilir ve simülasyonları bu dillerdeki araçlarla kontrol edebilirler.

Modüler Tasarım: NS-3, modüler bir tasarıma sahiptir, bu da kullanıcıların ihtiyacına göre kendi modellerini ekleyebilmelerini sağlar. Bu, özel senaryoların ve protokollerin modellenmesini kolaylaştırır.

Araştırma ve Eğitim: NS-3, ağ araştırmaları yapmak ve ağ teknolojilerini öğrenmek isteyen öğrenciler ve profesyoneller için birçok kaynak ve öğrenme imkanı sunar.

NS-3, genellikle ağ simülasyonu ve protokol tasarımı konularında kullanılan bir araç olup, geniş bir kullanıcı topluluğuna sahiptir. NS-3'de örnek bir simülasyon çalışması Görsel 6'da sunulmuştur.



Görsel 6. NS-3 Kullanıcı arayüzü [15]

3.7. Microsoft Visio

Microsoft Visio, genellikle şemalar, diyagramlar ve akış şemaları oluşturmak için kullanılan bir diyagram çizim aracıdır. Visio, simülasyonu doğrudan gerçekleştiren bir araç değildir; ancak bazı durumlarda simülasyon süreçlerini planlamak, görselleştirmek ve belgelemek amacıyla kullanılabilir. Simülasyon süreçleriyle ilgili olarak, Microsoft Visio aşağıdaki alanlarda kullanılabilir:

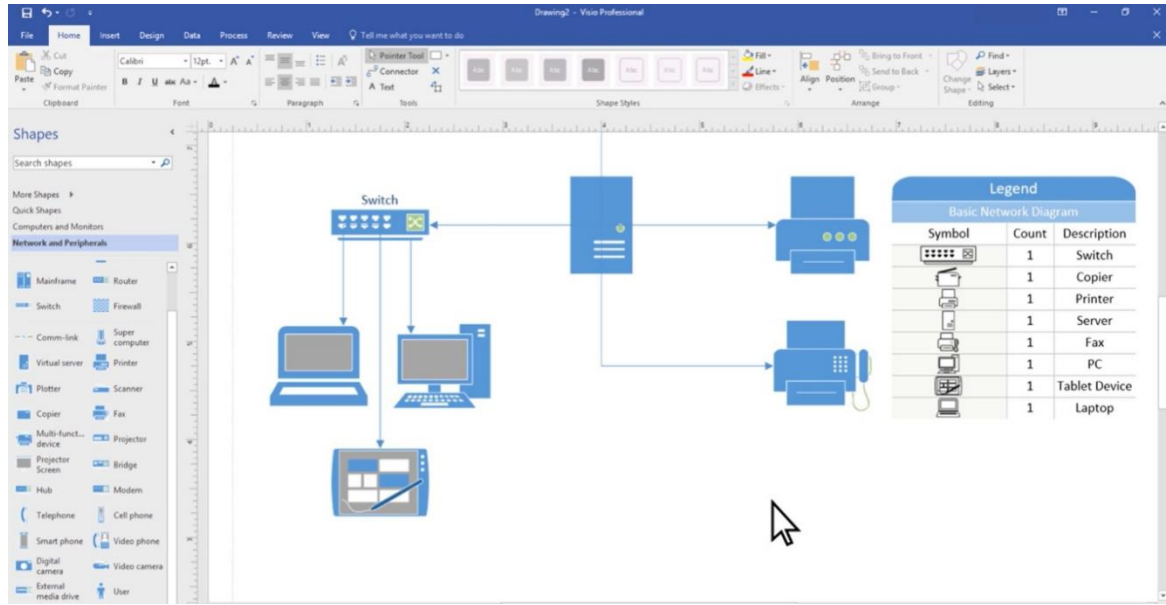
İş Süreçleri Modelleme: Visio, iş süreçlerini modellemek ve akış şemalarını oluşturmak için kullanılabilir. Simülasyon süreçlerini görselleştirmek, sürecin nasıl işlediğini anlamak ve iyileştirmeler yapmak için kullanışlıdır.

Veri Akışı Diyagramları: Simülasyonlar sırasında veri akışlarını gösteren diyagramlar oluşturmak için Visio kullanılabilir. Bu, veri işleme ve iletişim süreçlerini anlamak ve analiz etmek için yardımcı olabilir.

Ağ Topolojisi ve Mimarisi: Visio, ağ simülasyonları veya projeleri sırasında kullanılan cihazları, bağlantıları ve ağ topolojilerini görselleştirmek için kullanılabilir. Bu, ağ mimarisi ve yapılandırmasını belgelemek ve paylaşmak için faydalı olabilir.

Proje Yönetimi ve Zaman Çizelgeleri: Simülasyon projelerini planlamak ve takip etmek için Visio, zaman çizelgeleri ve proje yönetimi diyagramları oluşturmak için kullanılabilir. Bu, projenin ilerlemesini görselleştirmek ve takip etmek için yardımcı olabilir.

Visio'nun kullanımı, bir organizasyonun veya bireyin ihtiyaçlarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Simülasyon süreçlerini belgeleme ve anlama sürecinde görsel bir araç olarak kullanılmaktadır. Ancak direkt olarak simülasyonu gerçekleştirmek için özel bir simülasyon aracı gibi değildir. Visio'da örnek bir ağ diyagramı Görsel 7'de sunulmuştur.



Görsel 7. Microsoft Visio[16]

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yukarıda verilen ağ simülasyon araçlarının çeşitli faktörler açısından karşılaştırılması aşağıdaki çizelge 1'de verilmiştir. NS-2 ve NS-3 gibi açık kaynak kodlu yazılımlar, diğer lisanslı ve maliyetli alternatiflere göre maliyet-etkin birçok simülasyon çalışmalarında tercih edilmektedir. Fakat lisanslı yazılımların geniş kütüphane ve analiz araçları vb. destekleri ticari uygulamalarda avantaj sağlamaktadır. OPNET-Riverbed ticari bir yazılım olduğundan dolayı güçlü bir arayüze, kapsamlı bir ağ modeli çerçevesine ve analiz araçlarına sahiptir fakat öğrenme süresinin uzunluğu ve sadece Windows platformunda çalışması eksi yönleri olarak ifade edilebilir. MATLAB ve NetSim gibi araçlar öğrenme süresinin kısa olmasından dolayı kullanıcılara avantaj sağlamakta ve kısa proje süresine sahip uygulamalarda tercih edilmektedir. GNS3'de ticari bir yazılım olmasının yanı sıra öğrenme süresinin kısa olması diğer ticari yazılımlara göre artı bir yön olarak belirtilebilir. Microsoft Visio ile kapsamlı bir simülasyon

çalışmasından ziyade simülasyon süreçlerini planlamak, görselleştirmek ve belgelemek amacıyla kullanılabilmektedir. Simülasyon araçlarının birçoğunun C++ dili tabanlı olduğu, genelde birçok platform desteği verdiği ve kullanıcı arayüzünün lisans türüne bağlı olarak ticari yazılımların açık kaynaklara göre daha güçlü olduğu gözlemlenmiştir. Kapsamlı ağ uygulaması için uygun olan ağ simülasyon araçlarının öğrenme sürelerinin genelde uzun olduğu da dikkate alınmalıdır.

Çizelge 1. Ağ Simülasyon Araçlarının Karşılaştırılması

Simülasyon Aracı	Amaç	Program Dili	Lisans	Platform	Kullanıcı Arayüzü	Öğrenme Zamanı
NS-2	Eğitim, araştırma	C++, TCL	Açık kaynak	Windows, Linux, Unix	Zayıf	Uzun
NS-3	Eğitim, araştırma	C++, Python	Açık kaynak	Windows, Linux, Unix	Zayıf	Uzun
GNS3	Ticari, akademik	Python	Ticari, akademik	Macintosh, Windows, Linux	Güçlü	Kısa
OPNET	Ticari, akademik	C++	Ticari	Windows	Güçlü	Uzun
MATLAB	Eğitim, araştırma, ticari	C, C++	Ticari, akademik	Macintosh, Windows, Linux	Güçlü	Kısa
Microsoft Visio	Ticari		Ticari	Windows	Güçlü	Kısa
NetSim	Eğitim, araştırma, ticari	C	Ticari, akademik	Windows	Güçlü	Kısa

KAYNAKÇA

- [1] Maria, A., 1997. Introduction to modeling and simulation. Proceedings of the 29th conference on Winter simulation. IEEE Computer Society.

- [2] Baykara, M., Daş, R., Karadogan, İ., 20-21 Mayıs 2013. Bilgi Güvenliği Sistemlerinde Kullanılan Araçların İncelenmesi. 1st International Symposium on Digital Forensics and Security (1. Uluslararası Adli Bilişim ve Güvenlik Sempozyumu), 231-239.
- [3] Weingartner, E., Lehn, H. V., Wehrle, K., A performance comparison of recent network simulators, In Proc. ICC, pp.1-5, 2009
- [4] Hassouna, A. B., Koubaa, H., Kamoun, F., 2012. A model for deploying an opportunistic MAC protocol in NS-2. 6th International Conference on Sciences of Electronics, Technologies of Information and Telecommunications (SETIT), 604-611.
- [5] Siraj, S., Kumar, G.A., Badgular, R., Network Simulation Tools Survey, International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering ,Vol. 1, No. 4, Temmuz 2012.
- [6] F., Rattal, S., Badri A., Moughit, M., 2014. A new SIP proxy prototype supporting H.323 protocol in OPNET Modeler. International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS), 1095-1100.
- [7] Niar, L. I., Haffaf, H., 2012. Graphical Analysis for monitoring in a sensor network (WSN). Simulator: OMNET++. International Conference on Education and e-Learning Innovations, 1-6
- [8] <https://www.isi.edu/nsnam/nam/> (Erişim tarihi: 09.12.2023)
- [9] Soni, K., Ravi, P., Nisan 2014. Improved survey on network simulation tools. International Journal of Engineering Research and Technology. 3 (4), ESRSA Publications.
- [10] Rakesh, S., Design and Implementation of LRC and CRC algorithms in Netsim, International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) ISSN: 2248-9622, Vol.2, No.3, pp.1288-1291, Mayıs 2012.
- [11] <https://www.tetcos.com/routing-switching.html> (Erişim tarihi: 09.12.2023)
- [12] <https://www.mathworks.com/products/simulink.html>
- [13] Makasiranondh, W., Maj, SP ve Veal, DR (2010). Ağ güvenliğini öğretmek için entegre multimedya tabanlı bir platform. Uluslararası Bilgisayar Bilimi ve Ağ Güvenliği Dergisi
- [14] <https://www.gns3.com/software> (Erişim tarihi: 09.12.2023)
- [15] <https://www.nsnam.org/wiki/NetAnim> (Erişim tarihi: 09.12.2023)
- [16] <https://support.microsoft.com/en-us/office/video-create-a-network-diagram-a2360cd9-5c9d-4839-b4f6-17b485e02262> (Erişim tarihi: 09.12.2023)

AYRIK OLAY SİMÜLASYON YAKLAŞIMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Öğr. ÜYESİ Abdullah SEVİN

Sakarya Üniversitesi, asevin@sakarya.edu.tr - 0000-0001-9694-0870

Süleyman ÖNDER

Sakarya Üniversitesi, y225012050@sakarya.edu.tr - 0009-0008-5897-3389

ÖZET

Ayrık olay simülasyonu, gerçek dünya sistemlerini matematiksel modellerle analiz etmek ve taklit etmek amacıyla kullanılan etkili bir yöntemdir. Genellikle bilgisayar yazılımları aracılığıyla gerçekleştirilen bu simülasyonlar, bilgisayar ağları, endüstriyel uygulamalar, ulaşım sistemleri, sağlık hizmetleri gibi daha pek çok alanda kullanılmaktadır. Ayrık olay simülasyonları, gerçek dünya durumlarının matematiksel olarak modellemesini sağlar ve bu modeller aracılığıyla farklı stratejilerin, kararların ve değişikliklerin potansiyel sonuçlarını öngörmeye yardımcı olur. Böylece, maliyetleri azaltma, kaynakları daha etkin kullanma veya süreçlerin verimliliğini artırma gibi hedeflere yönelik çözümler geliştirilebilir. Herhangi bir simülasyonu gerçekleştirmek için genel kabul görmüş yöntemler vardır. Bilgisayar simülasyonlarının birçoğunda kullanılan ayrık olay yapılarında aktivite tarama, proses etkileşimi ve olay çizelgeleme yaklaşımları esas alınarak kodlama işlemleri gerçekleştirilmektedir. Her yaklaşımın kendisine özgü özellikleri ve durumları vardır. Yapılan çalışmada ayrık olay simülasyon yaklaşımlarının karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırma genel bir çerçeve olması amacıyla genel amaçlı ve nesne yönelimli bir programlama dilinde gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemlerin özelliklerinin bilinmesi ve değerlendirilmesi sonucunda yapılacak olan uygulamada tercih edilmesi sağlıklı bir yaklaşım olacaktır. Simülasyon yaklaşımlarının işlem hızları, kullandıkları bellek miktarı ile farklı işlemci ve RAM düzeylerindeki davranışları incelenmiştir. Bilgisayarda hazırlanan senaryo üzerinde ayrık olay simülasyon yaklaşımları çalıştırılmış ve sonuçlar her bir parametre için analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ayırık Olay Simülasyonu, Aktivite Tarama, Proses Etkileşimi, Olay Çizelgeleme

COMPARISON OF DISCRETE EVENT SIMULATION APPROACHES

ABSTRACT

Discrete event simulation is an effective method for analyzing and imitating real-world systems with mathematical models. These simulations, which are generally carried out through computer software, are used in many areas, such as computer networks, industrial applications, transportation systems, and healthcare services. Discrete event simulations are used to understand the operation of systems, optimize decision-making processes, increase efficiency, and reduce risks. Discrete event simulations provide mathematical modeling of real-world situations and help predict the potential consequences of different strategies, decisions, and changes through these models. Thus, solutions can be developed for goals such as reducing costs, using resources more effectively, or increasing the efficiency of processes. There are generally accepted methods for performing any simulation. Coding processes are carried out based on activity scanning, process interaction, and event scheduling approaches in discrete event structures used in most computer simulations. Each approach has its own characteristics and situations. The comparison was performed in a general-purpose and object-oriented programming language to provide a general framework. It would be a healthy approach to choose these methods in the application as a result of knowing and evaluating their features. The processing speeds of the simulation approaches, the amount of memory they use, and their behavior at different processor and RAM levels were examined. Discrete event simulation approaches were run on the scenario prepared on the computer and the results were analyzed for each parameter.

Keywords: Discrete Event Simulation, Activity Scanning, Process Interaction, Event Scheduling

1. GİRİŞ

Karmaşık sistemlerin analizi ve yönetimi günümüzde, endüstriyelden sağlık hizmetlerine kadar geniş bir yelpazede büyük bir önem kazanmıştır. Bu sistemlerin içsel dinamiklerini anlamak ve

geliştirmek, verimlilik, karar verme süreçleri ve kaynak yönetimi gibi alanlarda temel bir gerekliliktir. İşte bu noktada ayırık olay simülasyonu, gerçek dünya sistemlerini sanal bir ortamda matematiksel modellerle analiz etmek ve bu sistemlerin içsel dinamiklerini anlamak için güçlü bir araç olarak öne çıkar [1].

Ayrık olay simülasyonu, sistemlerde meydana gelen olayları adım adım modelleyerek, bu olayların zamanlamasını ve etkileşimlerini inceler. Bu analiz yöntemi, endüstriyel süreçlerden sağlık hizmetlerine, finansal analizlerden ulaşım sistemlerine kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir. Örneğin, bir üretim hattının performansını artırmak veya bir lojistik ağını optimize etmek için ayırık olay simülasyonu, gerçek dünya sistemlerinin sanal bir versiyonunu oluşturarak faydalı çıkarımlar yapılmasını sağlar. Ayrıca, simülasyonun gerçek dünya sistemlerinin analizi ve iyileştirilmesindeki kritik rolü üzerinde durulacaktır. Bu makale, ayırık olay simülasyonunun temel prensiplerini ve çalışma yöntemlerini ele almıştır. Bu yöntemin geniş bir yelpazedeki uygulama yaklaşımları incelenerek karşılaştırılmıştır [2].

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Literatürde Ayırık olay simülasyon yaklaşımları ile alakalı birçok çalışmaya yer verilmiştir. EunJung Park ve ekibi, paralel ve seri ayırık olay simülasyonu performansını karşılaştırarak, varlık ve olay sayısı, bitiş zamanı, gönderim arası zaman dağılımları, hesaplama ve olay yükü dağılımları, bellek kullanımı dağılımları, önbellek uygunluğu ve olay kuyruk boyutlarını incelemişlerdir [3].

Vijay Balakrishnan ve ekibi, paralel ayırık olay simülatörlerinin performanslarını analiz ederek karşılaştırmışlardır. Bunun yanı sıra ölçeklenebilirlik açısından da paralel ayırık olay simülatörleri değerlendirilmiştir [4].

Hlupic ve Robinson, ayırık olay simülasyonu kullanarak iş süreçlerini modelleyip analiz etmişlerdir. Alternatif iş süreci stratejilerinin değerlendirilmesi için simülasyon modellemesinin kullanılabilirliği incelenmiştir. İş süreçlerinin modellemesi için simülasyon modellemesinin potansiyelini araştırıp ve iş dünyası tarafından simülasyon tekniklerinin daha geniş bir şekilde kullanılması için destek sağladığını tespit etmişlerdir [5].

Gibson ve Lease, ayırık olay simülasyonu kullanarak hastane sistemi planlama ve tasarımına bir yaklaşım getirmişlerdir. Hastanelerin planlanması ve tasarımı genellikle süreçlerin, kaynakların

ve tesis gereksinimlerinin detaylı analizi olmaksızın kıyaslamalar ve deneyimler üzerine kurulu olduğunu belirtmişlerdir [6].

Landtsheer ve ekibi, ayırık olay simülasyonunu kullanarak imalat süreçlerindeki riskleri hesaplamışlardır. Simülasyon sonuçlarına dayalı olarak iş risklerini ölçmek için kullanılan bir sorgu dili ile etkin bir ayırık olay simülasyon motoru geliştirmişlerdir. [7].

Mark Plagge ve ekibi, büyük ölçekli paralel ayırık olay simülasyon modeli oluşturmuşlardır. Nöromorfik hesaplama için bir tasarım ile uygulama gerçekleştirmişler ve performansını incelemişlerdir [8].

3. AYRIK OLAY SİMÜLASYONU

Modelleme ve simülasyon süreci, gerçek dünyadaki sistemlerin anlaşılması, analizi, tahmini ve iyileştirilmesi için kritik bir yaklaşımdır. Bu süreç, bir sistemi matematiksel veya bilgisayar tabanlı bir model ile temsil etmek ve bu model aracılığıyla sistem üzerinde çeşitli senaryoların çalıştırılmasını içerir. Modelleme aşamasında, gerçek dünya sistemi analiz edilir ve sistemi temsil edecek uygun bir model seçilir. Bu modeller genellikle matematiksel denklemler, simülasyonlar veya grafiksel gösterimler şeklinde olabilir. Model oluşturma süreci, sistemin temel özelliklerini, etkileşimlerini ve bileşenlerini anlamak için gereklidir. Model oluşturulduktan sonra, simülasyon aşamasına geçilir. Bu aşamada, model üzerinde çeşitli senaryolar ve durumlar çalıştırılır. Gerçek dünyadaki koşulları simüle etmek ve sistemin nasıl tepki vereceğini anlamak için farklı girdi parametreleri veya değişkenler kullanılır [9].

Simülasyon sürecinin sonucunda elde edilen veriler analiz edilir. Bu analiz, sistemin performansını, güvenilirliğini, verimliliğini veya diğer belirli ölçütleri değerlendirmeyi içerir. Elde edilen sonuçlar, gerçek dünya sisteminin nasıl davranabileceğine dair fikir verir ve karar verme sürecinde rehberlik sağlar. Modelleme ve simülasyon süreci, çeşitli endüstriyel, bilimsel ve teknik alanlarda kullanılır. Örneğin, mühendislikte ürün tasarımı, trafik akış analizi, sağlık hizmetlerinde prosedürlerin iyileştirilmesi gibi birçok alanda bu süreçler önemli rol oynar. Bu süreçlerin etkin kullanımı, gerçek dünyadaki sistemlerin anlaşılmasını, iyileştirilmesini ve gelecekteki senaryoların öngörülmesini sağlar. Ayrıca, maliyetleri azaltma, kaynakların daha etkin kullanımı ve süreçlerin daha verimli hale getirilmesi gibi hedeflere ulaşmada kritik bir rol oynar [10].

Ayrık Olaylı Simülasyon (AOS) ise, bir sistem içindeki olayların ve süreçlerin adım adım analiz edildiği, belirli anlarda gerçekleşen olayların modellediği bir simülasyon yaklaşımıdır. Bu yöntem, sistemdeki değişiklikleri belirli zaman dilimlerinde takip ederek süreçleri simüle eder. AOS, endüstriyel sistemler, sağlık hizmetleri, ulaşım ve lojistik gibi farklı alanlarda kullanılır. Bir üretim hattının verimliliğini artırmak, bir hastane akışını iyileştirmek veya bir lojistik ağını optimize etmek gibi çeşitli alanlarda uygulanabilir. Bu yöntem, sistemi oluşturan olayların ve süreçlerin zamanlamasını ve etkileşimlerini anlamak için veri toplar ve analiz eder. AOS'un temel prensiplerinden biri, belirli bir süreçteki veya sistemin belirli bir zaman dilimindeki durumları adım adım göstermesidir. Bu, olayların sıralamasını, etkileşimlerini ve sonuçlarını analiz etmeyi mümkün kılarak, sistemdeki performansı ve verimliliği değerlendirmeye yardımcı olur.

AOS kullanımı, sistemin davranışını ve performansını anlamak, iyileştirmek ve optimize etmek için önemlidir. Bu yöntem, sistemlerin karmaşıklığını anlamak ve gerektiğinde değişiklikler yaparak sistem performansını artırmak için değerli bir araçtır. Aşağıdaki kısımlarda AOS yaklaşımlarını anlatmaktadır.

3.1. Olay Çizelgeleme

Olay çizelgeleme, ayrık olay simülasyonunda kullanılan bir önemli yaklaşımdır. Bu yöntem, sistem içindeki olayların kronolojik sıralamasını ve zamanlamasını yaparak olaydan olaya ilerlemesini ifade etmektedir. Olay çizelgeleme, belirli bir zaman aralığında gerçekleşen olayları, bu olayların başlangıç ve bitiş zamanlarını, olay türlerini ve olaylar arasındaki ilişkileri gösterir. Özellikle karmaşık sistemlerde, birbiriyle etkileşim halinde olan birden çok olayın analiz edilmesinde olay çizelgeleri önemli bir rol oynar. Bu çizelgeleme, olayların ardışık ilişkilerini ve birbirlerine olan etkilerini anlamak için kullanılır. Örneğin, üretim süreçlerinde hangi adımların birbirini takip ettiğini veya hastane akışlarında hangi aşamaların sırasını takip ettiğini görsel olarak göstermek için bu yöntem sıklıkla tercih edilir.

3.2. Proses Etkileşimi

Proses etkileşimi, ayrık olay simülasyonunda önemli bir konsepttir. Bu, bir sistem içindeki süreçlerin veya olayların birbirleriyle nasıl etkileşime girdiğini anlamak için kullanılan bir terimdir. Özellikle karmaşık sistemlerde, farklı süreçler arasındaki etkileşimlerin ve ilişkilerin analizi, sistemlerin daha iyi anlaşılmasını sağlar. Gerçekleştirilen simülasyonda nesneler ve prosesler arasındaki ilişkiler ve prosesler arasındaki etkileşimleri tanımlanır ve simülasyon işleyişi bu etkileşimler arasında ilerler.

Proses etkileşimi, bir olayın diğer olayları nasıl etkilediğini veya bir sürecin diğer süreçleri nasıl etkilediğini belirlemeyi amaçlar. Örneğin, bir üretim hattındaki bir sürecin çıkışı, ardışık süreçlerin girişini nasıl etkiler veya bir organizasyondaki belirli bir departmanın değişimi, diğer departmanlara nasıl bir yansıma yapar gibi durumlar, proses etkileşiminin incelenebileceği alanlardır.

Ayrıca, ayrık olay simülasyonunda, bu etkileşimlerin modellenmesi ve analizi, sistemin performansını öngörmek ve iyileştirmek için önemlidir. Özellikle simülasyon modellerinde, bir sürecin veya olayın diğer süreçlere veya olaylara nasıl bir domino etkisi yapabileceğini anlamak, sistemin verimliliğini artırmak ve olası riskleri azaltmak için kritik öneme sahiptir.

Proses etkileşimi analizi, sistemlerin daha derinlemesine anlaşılmasını ve optimize edilmesini sağlayarak, ayrık olay simülasyonunun gücünü artırır. Bu analizler, karar verme süreçlerini geliştirmek ve sistemlerin karmaşıklığını anlamak için kullanılır. Bu sayede, sistemlerin daha verimli ve etkili bir şekilde işlemesine katkıda bulunulabilir.

3.3. Aktivite Tarama

Aktivite tarama, ayrık olay simülasyonunda süreçleri ve etkinlikleri analiz etmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde simülasyon zamanı adım adım ilerletilir ve her bir zaman adımında gerçekleşebilecek aktiviteler taranır. Zamanı gelen ve durum şartları gerçekleşen aktiviteler gerçekleştirilir. Aktivite tarama, olayların ve süreçlerin birbirleriyle olan ilişkilerini ve akışını belirleyerek, sistemin performansını değerlendirmeye yardımcı olur. Bu yöntem genellikle belirli bir sürecin veya aktivitenin başlangıcından sonuna kadar olan adımların ayrıntılı bir şekilde izlenmesini içerir. Aktivite tarama, sistemdeki darboğazları belirlemek, verimliliği artırmak ve süreçlerdeki gecikmeleri veya aksaklıkları tanımlamak için de önemlidir.

Bu yöntem sayesinde, bir sistemde hangi aktivitelerin veya süreçlerin daha uzun süre aldığı, hangi adımların iyileştirilmesi gerektiği gibi konular belirlenebilir. Ayrık olay simülasyonunda aktivite taraması, sistemin içsel süreçlerini daha iyi anlamak ve optimize etmek için kritik bir rol oynar. Bu yöntem, süreçler arasındaki ilişkileri anlamak, performansı artırmak ve sistemi daha verimli hale getirmek için kullanılan güçlü bir araçtır. Fakat zamanı adım adım taramak gerektirdiği için uzun bir zamana ihtiyaç duymaktadır.

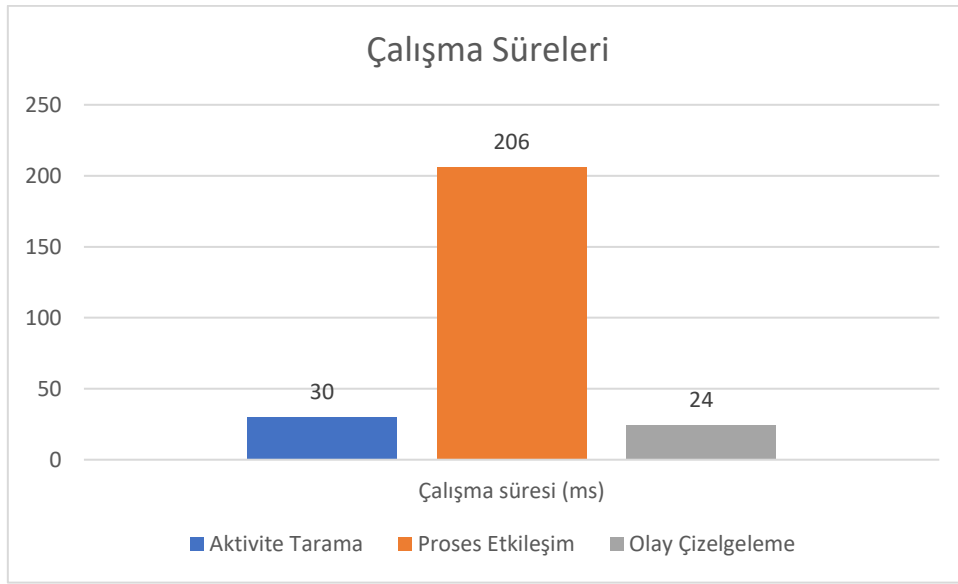
4. PERFORMANS DEĞERLENDİRME

AOS yaklaşımlarının testi için bir kuyruk sistemi senaryosu oluşturulmuştur. Bu senaryo 3 farklı yaklaşım ile kodlanmıştır ve karşılaştırılmıştır. Simülasyon karşılaştırması Intel i7 7700HQ işlemci ve 16 GB RAM'e sahip, Windows 10 Home işletim sistemi üzerinde Apache Netbeans 8.2 IDE ortamında test edilmiştir. Yapılan karşılaştırmalarda hız ve bellek kullanımı parametreleri üzerinde durulmuştur. Testler farklı çalışma süreleri, bellek kullanımları, değişken sunucu sayısı, farklı varış sayılarına göre analizler gerçekleştirilmiştir. Çizelge 1'de sistem konfigürasyon özellikleri verilmiştir. Testlerde farklı popülasyon boyutları alınmıştır. Sisteme varışlar negatif üstel dağılım modeli ile gelmektedir.

Çizelge 1. Sistem Konfigürasyonu

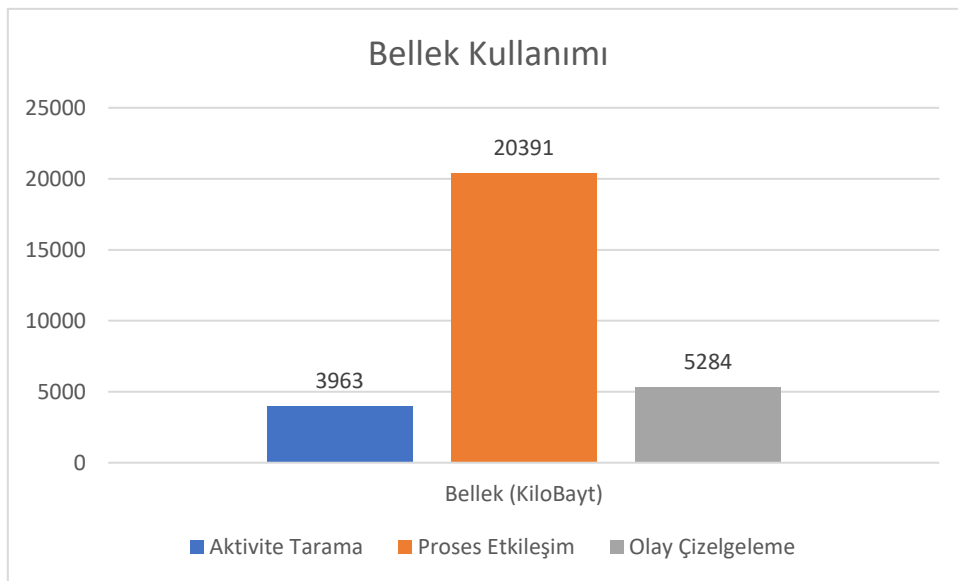
İşlemci	Intel i7 7700HQ
CPU sayısı	4 çekirdek
RAM	16 GB
İşletim Sistemi	W10 Home
IDE	Apache Netbeans 8.2

Görsel 1'de AOS yaklaşımlarının gerçekleştirilen senaryo için çalışma süreleri verilmiştir. Sisteme ortalama varış sayısı 4000'dir ve sunucu sayısı 1 olarak alınmıştır. Proses etkileşim yöntemi en yüksek değere sahiptir. Bunun nedeni proses etkileşimi genel amaçlı bir dilde gerçekleştirmek için tanımlanan varlıklar ve prosesler arasındaki iletişim ve senkronizasyon yükünden kaynaklanmaktadır. Aktivite taramanın olay çizelgelemeye biraz daha yüksek değer alabildiğini görselden çıkarabilmekteyiz. Bunun sebebi aktivitede bütün zaman dilimleri taranmakta ve durumlar kontrol edilmektedir. Olay çizelgelemede ise zamanın olaydan olaya atlayarak ilerlemesi bunu açıklamaktadır. En hızlı yöntem olan olay çizelgelemenin özellikle kuyruk yapıları için uygun bir yöntem olması da buna katkı sağlamıştır.



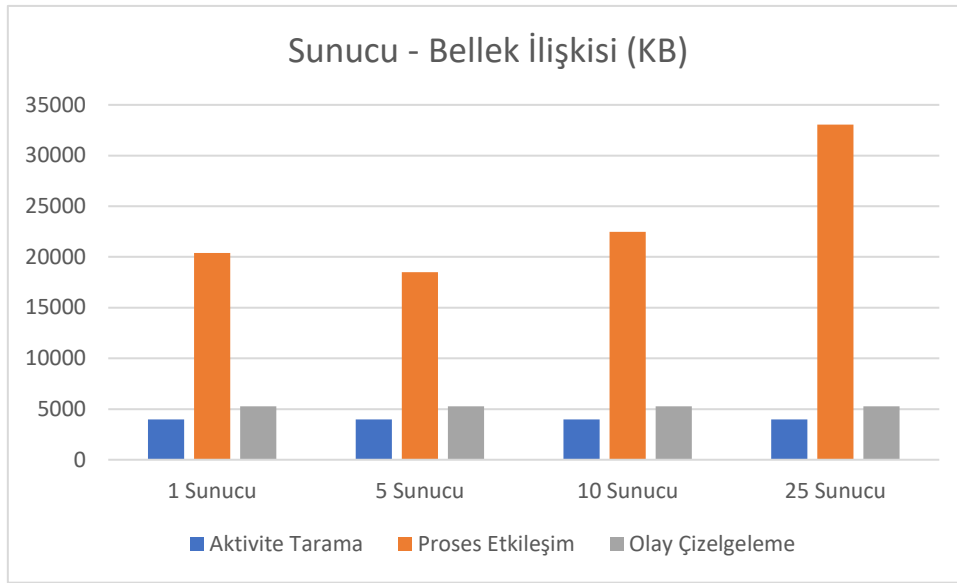
Görsel 1. Çalışma süreleri

Görsel 2’de AOS yaklaşımlarının gerçekleştirilen senaryo için bellek kullanım oranları KiloBayt cinsinden verilmiştir. Sisteme ortalama varış sayısı 40.000’dir ve sunucu sayısı 1 olarak alınmıştır. Çalışma süresi verilerinde olduğu gibi proses etkileşim yaklaşımını genel amaçlı bir dilde gerçekleştirmek için tanımlanan varlıklar ve proseslere ait bellek alan kullanımı yüksek çıkmıştır. Aktivite tarama yaklaşımı çalışma süresi olarak olay çizelgelemeden yüksek çıksa da sadece aktivitelerin tanımlanması ve durum şartlarının taranması daha az bellek kullanımına neden olmaktadır. Olay çizelgeleme yaklaşımında olayların tanımı ve işlenmesi aktivite taramaya göre daha yüksek bellek kullanımına neden olmaktadır.



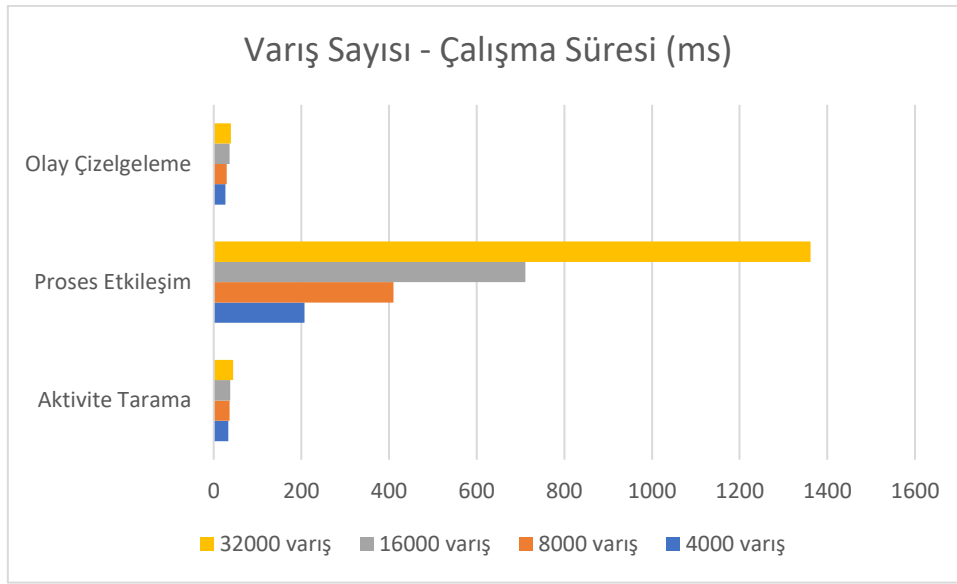
Görsel 2. Bellek Kullanımı

Görsel 3’te AOS yaklaşımlarındaki senaryoda farklı sunucu sayıları ile bellek kullanım oranları KiloBayt cinsinden verilmiştir. Sisteme ortalama varış sayısı 40.000’dir. Aktivite tarama ve olay çizelgeleme yaklaşımlarında senaryodaki sunucu sayısını değiştirmek bellek kullanımını değiştirmemiştir. Proses etkileşimde ise sunucu sayısı arttıkça artan proses sayısı bellek kullanımında artışa neden olmaktadır.



Görsel 3. Bellek Kullanımı

Görsel 4’te AOS yaklaşımlarındaki senaryoda farklı varış sayılarına göre çalışma süreleri milisaniye cinsinden verilmiştir. Sunucu sayısı 1 olarak alınmıştır. Aktivite tarama ve olay çizelgeleme yaklaşımlarında senaryodaki varış sayısını değiştirmek çalışma sürelerinde orantısal bir artışa neden olmamaktadır. Varış sayısı arttıkça ufak miktarda bir çalışma süresi artış göstermektedir. Proses etkileşimde ise varış sayısındaki artış proses etkileşimlerinde doğrusal bir artışa neden olmakta bu da çalışma süresini doğrusal bir şekilde arttırmaktadır.



Görsel 4. Varış Sayısı – Çalışma Süresi

5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada ayırık olay simülasyon yaklaşımları olan aktivite tarama, olay çizelgeleme ve proses etkileşimi yöntemlerini karşılaştırılmıştır. Bu yaklaşımlar çalışma süresi, bellek kullanımı, sunucu-bellek ilişkisi, varış sayısı-çalışma süresine göre incelenmiştir. Ayırık olay simülasyonu için bir kuyruk yapısı oluşturulmuştur ve bu senaryo üzerinde performans analizleri gerçekleştirilmiştir. Kodlama nesne yönelimli bir dil olan java yazılım dili ile yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular proses etkileşimi yaklaşımının genel amaçlı bir dille gerçekleymesinde bu yaklaşımın bazı avantajlarını ve özelliklerini kaybettiğini göstermektedir. Bu olumsuzluk yaklaşımın çalışma süresinin fazla çıkmasına ve bellek kullanım oranının yüksek çıkmasına neden olmuştur. Simülasyonlara özgü bir dil ile kodlama gerçekleştirildiğinde farklı sonuçlar olacağı öngörülebilir. Bunun dışında ayırık olay simülasyon ile gerçekleştirilen kuyruk sistemi senaryosunda sunucu sayısının artması ve varış sayısının artması farklı oranlarda doğrusal bir artışa neden olmaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] Law, A. M., Kelton, W. D., & Kelton, W. D., *Simulation modeling and analysis*. New York: Mcgraw-hill, 2007
- [2] Banks, J., *Discrete event system simulation*. Pearson Education India. 2005.

- [3] Park, E., Eidenbenz, S., Santhi, N., Chapuis, G., Settlemyer, B., Parameterized benchmarking of parallel discrete event simulation systems: Communication, computation, and memory, 2015 Winter Simulation Conference (WSC), 2015.
- [4] Balakrishnan, V., Radhakrishnan, R., Rao, D. M., Abu-Ghazaleh, N., Wilsey, P. A., A performance and scalability analysis framework for parallel discrete event simulators, Simulation Practice and Theory Volume 8, Issue 8, Pages 529-553, 15 July 2001
- [5] Hlupic, V., Robinson, S., Business process modelling and analysis using discrete-event simulation, 1998 Winter Simulation Conference. Proceedings (Cat. No.98CH36274), 1998
- [6] Gibson, I. W., Lease, B. L., An approach to hospital planning and design using discrete event simulation, 2007 Winter Simulation Conference, 2007.
- [7] de Landtsheer, R., Ospina, G., Massonet, P., Ponsard, C., Printz, S., Härtel, L., von Cube, J. P., A Discrete Event Simulation Approach for Quantifying Risks in Manufacturing Processes, Proceedings of 5th the International Conference on Operations Research and Enterprise Systems (ICORES 2016), pages 313-322, 2016
- [8] Plagge, M., Carothers, C. D., Gonsiorowski, E., McGlohon, N., NeMo: A Massively Parallel Discrete-Event Simulation Model for Neuromorphic Architectures, ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation, Volume 28, Issue 4, Article No.: 30pp 1–25, 07 September 2018
- [9] Robinson, S., *Simulation: the practice of model development and use*. Bloomsbury Publishing, 2014.
- [10] Fishwick, Paul A., ed. *Handbook of dynamic system modeling*. CRC Press, 2007.

CONTROL OF PHYSICAL PROPERTIES OF ZNO FILMS BY VARYING THE CONCENTRATION OF TRISODIUM CITRATE

Assoc. Prof. Dr. RAŞİT AYDIN

Selcuk University, Faculty of Sciences

raydin@selcuk.edu.tr - <https://orcid.org/0000-0001-5070-9649>

Prof. Dr. BÜNYAMİN ŞAHİN

Necmettin Erbakan University, Faculty of Engineering

bunyamin.sahin@erbakan.edu.tr - <https://orcid.org/0000-0001-7059-0315>

ABSTRACT

Compared to many other materials, zinc oxide (ZnO) is a group II–VI binary compound semiconducting metal oxide material with more intriguing and significant features. Moreover, ZnO is an n-type semiconducting oxide with a significant exciton binding energy of about 60 meV and a broad direct bandgap of 3.3 eV at ambient temperature. ZnO is a semiconductor utilized in transparent electronics, spintronic devices, blue/UV optoelectronics, and sensor applications because of these characteristics. In this study, the effect of trisodium citrate (TSC) addition on the morphological, structural and optical changes of ZnO films was investigated. For this purpose, ZnO films with and without trisodium citrate (TSC) as a surfactant were successfully synthesized on glass by successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR) method. The produced films were subjected to scanning electron microscopy (SEM), X-ray diffraction (XRD), and ultraviolet (UV) visible examination to describe their pertinent morphological, structural, and optical features. The results of the analysis showed that TSC is an important capping agent in the formation of ZnO films and in controlling the physical properties.

Keywords: ZnO thin film; Surfactant; Trisodium citrate; SILAR procedure

1. INTRODUCTION

Researches on II-VI group nano-semiconducting oxides such as SnO₂, In₂O₃, TiO₂, ZnO, etc. have been continuing at full speed since the last decade. Among them, ZnO semiconductor is widely used for environmental and technological applications due to its strong oxidation power, long-term chemical stability, biologically and chemically non-reactive nature and cost-effectiveness (Carp, Huisman, & Reller, 2004; Upadhyay, Sharma, Sharma, & Sharma, 2021; Yamamoto, Nagasawa, & Ohmori, 2004).

ZnO is a semiconductor material that, at ambient temperature, has a band gap of 3.37 eV and a high exciton binding energy of 60 meV (Isik & Gasanly, 2018). Biomedical applications, sensors, lasers, light emitting diodes, solar cells are some of the substantial implementation areas where ZnO is used due to its electrical, piezoelectric and optical properties. At room temperature and above, ZnO exhibits an effective excitonic emission because of the enormous binding energy. ZnO is a potential material for excitonic optical devices because of its enormous energy (Bagnall et al., 1997; Nickel & Terukov, 2005).

Surfactants are widely used in the preparation of a wide range of nanomaterials and in the investigation of their physical properties (Gac et al., 2016; Jung, Lee, Choi, & Choi, 2013; Ramimoghadam, Hussein, & Taufiq-Yap, 2012). Among these surfactants, Trisodium citrate (TSC) is a capping agent whose citrate ions interact strongly with metal ions, dramatically changing the crystal morphology (Bao, Wang, & Ma, 2016; Kuo, Kuo, & Huang, 2005).

ZnO nanostructures have recently been synthesized using a variety of techniques, including thermal evaporation, chemical vapour deposition, wet chemical processes, hydrothermal, solvothermal, and sequential ionic layer adsorption and reaction (SILAR) techniques (Al-Rasheedi, Salwati, Ansari, Hassaneen, & Aida, 2023; Bassam, Kakhia, & Zetoun, 2022; Ramos-Carrasco et al., 2021; Sathya et al., 2023). Among these procedures, SILAR is among the most basic techniques in terms of large-area production capacity, diversity of substrate selection, as well as reproducibility. Furthermore, because this method doesn't require any expensive experimental apparatus, it is quite affordable (Kokate et al., 2018; Şahin et al., 2022; Syed Zahirullah, Immanuel, Pravinraj, Fermi Hilbert Inbaraj, & Joseph Prince, 2018).

To the best of our knowledge, no research on the physical characteristics of ZnO nanocrystals obtained by solution-based chemical SILAR method has been reported in the literature. Therefore, in this study, ZnO films without and with TSC addition were synthesised on glass substrate by SILAR technique and the impact of TSC on the structural, morphological and optical attributes of all ZnO films obtained were studied.

2. EXPERIMENTAL SECTION

Glass substrate material was used in our study. TSC-free and TSC-added ZnO matrixs were synthesised on slides by SILAR method. Firstly, Zn^{2+} ion solution (100 ml 0.1 M) was prepared using zinc acetate dihydrate salt ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_6\text{Zn}$). In order to make the solution more homogeneous and transparent, it was stirred in a magnetic stirrer with heater. Ammonium hydroxide (NH_4OH) was then added to adjust the pH of the solution and the solution was heated to 90° . The substrate was first submerged in Zn^{2+} solution for 15 s. Then it was immersed in pure water at 90° for 15 s to remove weakly bound ions. Then it was dried in air for 15 s. The process of first immersion in solution and then immersion in pure water is called SILAR cycle. In order to obtain a more uniform and high quality film, 15 SILAR cycles were made. Investigating the impact of TSC on ZnO films, trisodium citrate dihydrate ($\text{C}_6\text{H}_9\text{Na}_3\text{O}_9$) salt was included to the Zn ion solution at 4% and 8%. TSC films were obtained by applying the above SILAR procedure in the same way. The SILAR cycle for all produced ZnO films is schematised in Figure 1. Using X-ray

diffraction (XRD; A Bruker D8 Advance; $\text{CuK}\alpha$; $\lambda = 0.1518 \text{ nm}$), scanning electron microscopy (SEM; Carl Zeiss; EVO LS 10) and a UV-VIS-NIR spectrophotometer (Shimadzu; UV-3600 Plus), the structural, morphological, and optical characteristics of the films formed on glass substrate were examined. All films obtained were annealed at 200 degrees Celsius for 45 minutes for more uniform crystallisation.

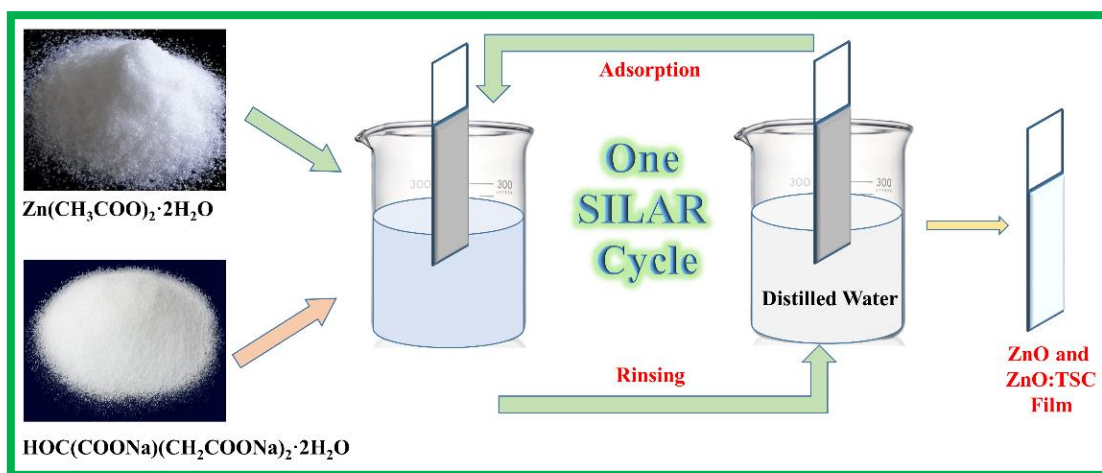


Figure 1. Diagram of the SILAR procedure

3. RESULT AND DISCUSSIONS

XRD analyses were used to investigate the crystal structures of ZnO films without and with different amounts of TSC. Typical XRD patterns of ZnO films in the reaction solution with varying TSC levels are displayed in Figure 2. XRD measurements of ZnO films without TSC and with different percentages of TSC show that the (100), (002) and (101) planes are the dominant preferential orientations. These planes correspond to angles 32.27° , 34.90° and 36.76° respectively (JCPDS Card No. 36-1451) (Ahammed et al., 2020; Al-Asedy & Al-khafaji, 2020). As the concentration of TSC increased, the films' peak intensities underwent substantial changes. It is understood from the Figure 2 that the preferential plane densities of the films decreased with both the addition of TSC into the aqueous solution and the increase of TSC content from 4.0 % to 8.0 %.

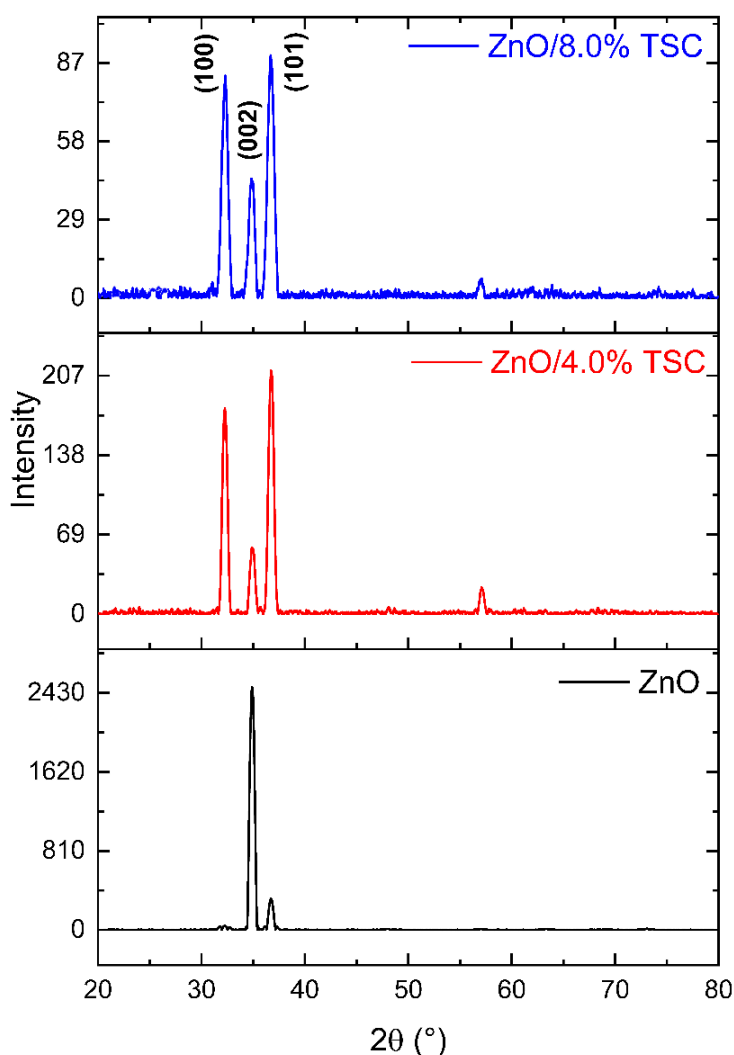


Figure 2. XRD images of ZnO films as a function of TSC concentrations.

Equation (1) provides the Scherrer formula, which was used to determine the average crystallite size (D) of all ZnO films. (Taşdemir, Akman, Akkaya, Aydın, & Şahin, 2022).

$$D = \frac{0.94\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (1)$$

Where λ , β and θ are the X-ray wavelength, peak half height width and Bragg diffraction angle. D values were found to be 26.28 nm, 22.05 nm and 18.25 nm for ZnO, ZnO: 4.0% TSC and ZnO: 8.0% TSC films, respectively. In other words, the D values of the films decrease due to the increasing percentage of TSC in the reaction solution. The decrease of D may be due to the interaction of TSC with ZnO upon addition of TSC to the solution and suppressing the growth process (Devi et al., 2014; Suwanboon, Somraksa, Amornpitoksuk, & Randorn, 2020).

SEM was used to examine how TSC affected the morphology of ZnO films. Figure 3 shows SEM photographs of TSC-free ZnO, ZnO/4% ZnO and ZnO/8.0% films at different magnification scales. The figure illustrates the nanoflower-like surface structure of ZnO films free of TSC. With the addition of 4.0% TSC to the reaction solution, the film surface becomes cauliflower-like. As the TSC rate increases to 8.0%, the surface shape becomes spherical-like. The observed morphological alteration could perhaps be attributed to the significant influence of TSC on particle shape, as it regulates the rate at which crystallographic surfaces grow and shapes orientations during crystal formation. Another factor is the reaction between Zn and TSC when TSC is added to the solution, which is the reason for the change in morphology (Amanullah, Javed, & Rizwan, 2016; Lai, Meng, Yu, Wang, & Ding, 2011; Raja, Ramesh, Geetha, Kokila, & Sathiyapriya, 2015).

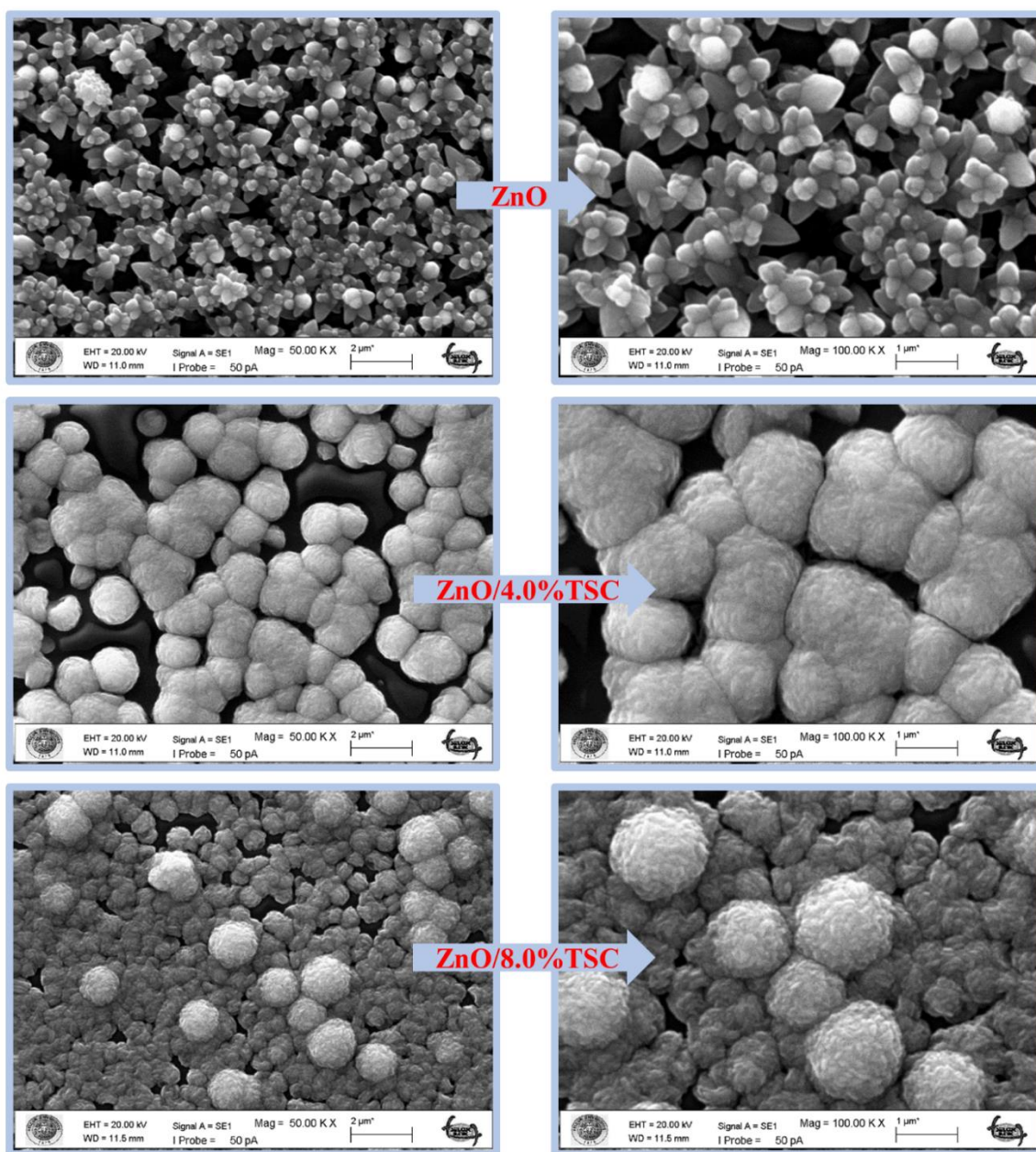


Figure 3. SEM images of ZnO films at different TSC ratios

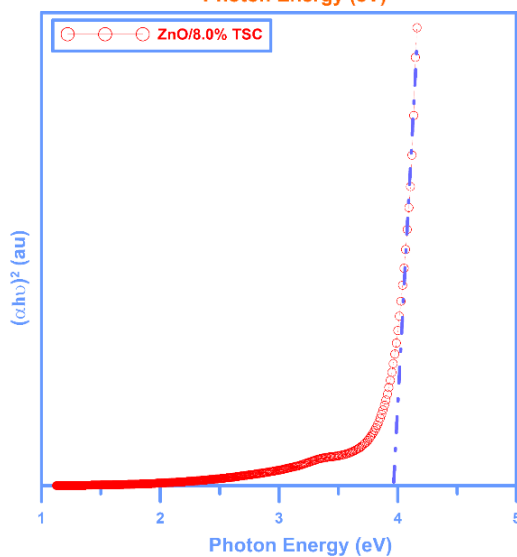
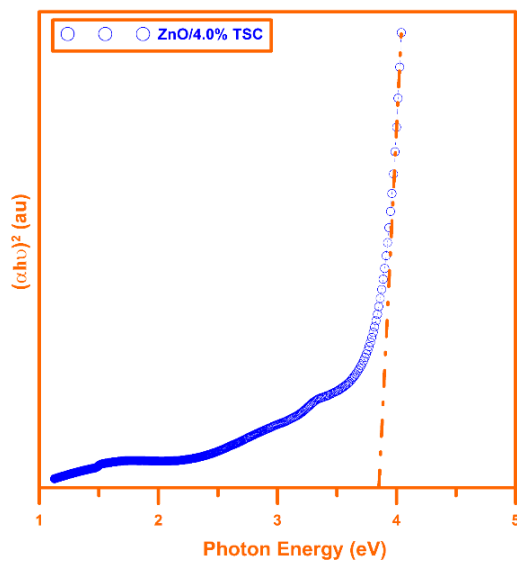
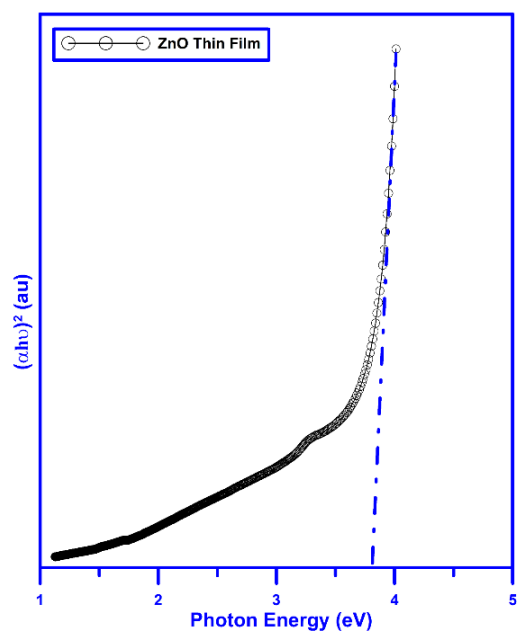


Figure 4. Comparison of αhv^2 versus hv plots of ZnO films without and with TSC
The E_g optical band gap energies of ZnO films without TSC and ZnO films with TSC were calculated using Tauc's relation given in equation 2 (Akkaya, Kahveci, Aydın, & Şahin, 2021).

$$\alpha hv = C(hv - E_g)^{1/2} \quad (2)$$

Where α is the absorption coefficient, hv is the energy of the incident photon and C is a constant. The variation plots of αhv^2 as a function of photon energy hv are given in Figure 4 as a function of TSC. The E_g values of films ZnO, ZnO/4.0% TSC and ZnO/8.0% TSC were found to be 3.78, 3.82 and 3.98, respectively. In other words, it is obvious that the E_g of ZnO films tends to increase with ascending TSC content. This change in the optical band gap energy values is a result of the crystalline structure of ZnO films with the increase of TSC added to the solution. The existence of defect states in the films, which can be caused by Zn vacancies in the crystal structure of ZnO films and crystallite size, can cause band gap broadening (Goudarzi, Zabihi, Shahrampour, & Heydari Sorshejani, 2022; Liu et al., 2014)

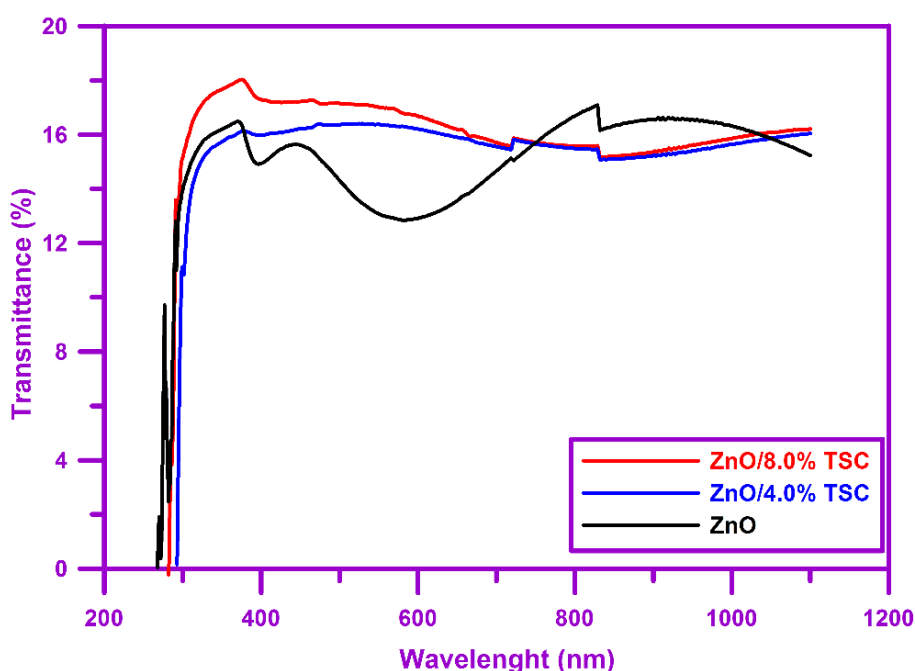


Figure 5. Optical transmittance spectra of ZnO films without and with TSC

The transmittance curves of all ZnO films obtained are predicated in Figure 5 in the wavelength range of 200-1200 nm depending on the TSC ratio. It is seen from Figure 5 that the transmittance values of ZnO films increase with augmenting TSC concentrations. The increase in the transmittance of the films due to the increasing TSC percentage can be attributed to the

film thickness of the produced films (Muhammad, Hassan, Mohammad, Rajamanickam, & Shitu, 2022; Zhu et al., 2014).

4. CONCLUSION

In this study, nanostructured ZnO films obtained through solutions with different TSC percentages were fabricated by SILAR procedure. The impression of TSC on the structural, morphological and optical characteristics of ZnO films was examined by XRD, SEM and UV-vis spectroscopy. XRD evaluations reveal that the crystallization quality of ZnO films is affected by TSC concentrations. From the SEM images, it is understood that the morphological structures of ZnO films can be enhanced by using TSC. It was observed from UV-vis analysis that the band gap values of ZnO films changed significantly with the addition of TSC. Knowing the effects of TSC on ZnO shows that this material is a promising candidate for optoelectronic applications.

REFERENCES

- Ahammed, K. R., Ashaduzzaman, M., Paul, S. C., Nath, M. R., Bhowmik, S., Saha, O., . . . Aka, T. D. (2020). Microwave assisted synthesis of zinc oxide (ZnO) nanoparticles in a noble approach: utilization for antibacterial and photocatalytic activity. *SN Applied Sciences*, 2(5), 955. doi:10.1007/s42452-020-2762-8
- 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. doi:10.1007/s00339-021-05078-4
- Al-Asedy, H. J., & Al-khafaji, S. A. (2020). Gallium-doped zinc oxide films with diverse nanomorphologies grown via sol–gel united spin coating technique. *Applied Physics A*, 126(9), 701. doi:10.1007/s00339-020-03891-x
- Al-Rasheedi, A., Salwati, A., Ansari, A. R., Hassaneen, A. A.-D., & Aida, M. S. (2023). Photocatalysis activity of ZnO nanorods arrays prepared via hydrothermal. *Inorganic Chemistry Communications*, 158, 111568. doi:https://doi.org/10.1016/j.inoche.2023.111568
- Amanullah, M., Javed, Q.-u.-A., & Rizwan, S. (2016). Surfactant-assisted carbon doping in ZnO nanowires using Poly Ethylene Glycol (PEG). *Materials Chemistry and Physics*, 180, 128-134. doi:https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2016.05.051
- Bagnall, D., Chen, Y., Zhu, Z., Yao, T., Koyama, S., Shen, M. Y., & Goto, T. (1997). Optically pumped lasing of ZnO at room temperature. *Applied physics letters*, 70(17), 2230-2232.
- Bao, Y., Wang, C., & Ma, J. (2016). Trisodium citrate as bridging and suppressing agent to control synthesis of ZnO hollow hierarchical microspheres and their photocatalytic properties. *Ceramics International*, 42(1, Part B), 1746-1755. doi:https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2015.09.133
- Bassam, A., Kakhia, M., & Zetoun, W. (2022). Structural and Morphological Study of PbS:ZnO Nanowires Films Deposited Using Thermal Evaporation Method. *Orbital: The Electronic Journal of Chemistry*, 14(2). doi:10.17807/orbital.v14i2.16217
- Carp, O., Huisman, C. L., & Reller, A. (2004). Photoinduced reactivity of titanium dioxide. *Progress in solid state chemistry*, 32(1-2), 33-177.
- Devi, A. R., Chelvane, J. A., Prabhakar, P. K., Venkateswarlu, B., Doble, M., & Murty, B. S. (2014). Influence of Surfactant Variation on Effective Anisotropy and Magnetic Properties of Mechanically Milled Magnetite Nanoparticles and Their Biocompatibility. *IEEE Transactions on Magnetics*, 50(11), 1-4. doi:10.1109/TMAG.2014.2324412

- Gac, W., Zawadzki, W., Słowik, G., Pawlonka, J., Machocki, A., Lipke, A., & Majdan, M. (2016). The effects of cetyltrimethylammonium bromide surfactant on alumina modified zinc oxides. *Materials Research Bulletin*, 78, 36-45. doi:<https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2016.02.013>
- Goudarzi, A., Zabihi, E., Shahrpour, D., & Heydari Sorshejani, M. (2022). Eco-friendly synthesis of large band gap ZnO nanoparticles by trisodium citrate: investigation of annealing effect on structural and optical properties. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 33(29), 22798-22809. doi:10.1007/s10854-022-09047-2
- Isik, M., & Gasanly, N. M. (2018). Thermoluminescence properties of Al doped ZnO nanoparticles. *Ceramics International*, 44(12), 13929-13933. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.04.241>
- Jung, H. J., Lee, S., Choi, H. C., & Choi, M. Y. (2013). Various shaped-ZnO nanocrystals via low temperature synthetic methods: Surfactant and pH dependence. *Solid State Sciences*, 21, 26-31. doi:<https://doi.org/10.1016/j.solidstatesciences.2013.04.004>
- Kokate, S. K., Supekar, A. T., Baviskar, P. K., Palve, B. M., Jadkar, S. R., Mohite, K. C., & Pathan, H. M. (2018). CdS sensitized pristine and Cd doped ZnO solar cells: Effect of SILAR cycles on optical properties and efficiency. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 80, 179-183. doi:<https://doi.org/10.1016/j.mssp.2018.02.033>
- Kuo, C.-L., Kuo, T.-J., & Huang, M. H. (2005). Hydrothermal Synthesis of ZnO Microspheres and Hexagonal Microrods with Sheetlike and Platelike Nanostructures. *The Journal of Physical Chemistry B*, 109(43), 20115-20121. doi:10.1021/jp0528919
- Lai, Y., Meng, M., Yu, Y., Wang, X., & Ding, T. (2011). Photoluminescence and photocatalysis of the flower-like nano-ZnO photocatalysts prepared by a facile hydrothermal method with or without ultrasonic assistance. *Applied Catalysis B: Environmental*, 105(3), 335-345. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2011.04.028>
- Liu, Z. Q., Lu, W., Zeng, S. W., Deng, J. W., Huang, Z., Li, C. J., . . . Ariando. (2014). Bandgap Control of the Oxygen-Vacancy-Induced Two-Dimensional Electron Gas in SrTiO₃. *Advanced Materials Interfaces*, 1(6), 1400155. doi:<https://doi.org/10.1002/admi.201400155>
- Muhammad, A., Hassan, Z., Mohammad, S. M., Rajamanickam, S., & Shitu, I. G. (2022). Effect of trisodium citrate on morphological, structural, and optical properties of fluorine-doped ZnO structures. *Ceramics International*, 48(10), 13431-13439. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.01.221>
- Nickel, N. H., & Terukov, E. (2005). *Zinc Oxide-A Material for Micro-and Optoelectronic Applications: Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Zinc Oxide as a Material for Micro-and Optoelectronic Applications, held in St. Petersburg, Russia, from 23 to 25 June 2004* (Vol. 194): Springer Science & Business Media.
- Raja, K., Ramesh, P. S., Geetha, D., Kokila, T., & Sathiyapriya, R. (2015). Synthesis of structural and optical characterization of surfactant capped ZnO nanocrystalline. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 136, 155-161. doi:<https://doi.org/10.1016/j.saa.2014.08.092>
- Ramimoghdam, D., Hussein, M. Z. B., & Taufiq-Yap, Y. H. (2012). The Effect of Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) and Cetyltrimethylammonium Bromide (CTAB) on the Properties of ZnO Synthesized by Hydrothermal Method. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(10), 13275-13293. Retrieved from <https://www.mdpi.com/1422-0067/13/10/13275>
- Ramos-Carrasco, A., Gallardo-Cubedo, J. A., Vera-Marquina, A., Leal-Cruz, A. L., Noriega, J. R., Zúñiga-Islas, C., . . . Berman-Mendoza, D. (2021). Characterization of ZnO Films Grown by Chemical Vapor Deposition as Active Layer in Pseudo-MOSFET. *Journal of Electronic Materials*, 50(9), 5196-5208. doi:10.1007/s11664-021-09038-9
- Şahin, B., Aydın, R., Soyulu, S., Türkmen, M., Kara, M., Akkaya, A., . . . Ayyıldız, E. (2022). The effect of thymus syriacus plant extract on the main physical and antibacterial activities of ZnO nanoparticles synthesized by SILAR method. *Inorganic Chemistry Communications*, 135, 109088. doi:<https://doi.org/10.1016/j.inoche.2021.109088>
- Sathya, M., Selvan, G., Karunakaran, M., Kasirajan, K., Usha, S., Logitha, M., . . . Baskaran, P. (2023). Synthesis and characterization of cadmium doped on ZnO thin films prepared by SILAR method

- for photocatalytic degradation properties of MB under UV irradiation. *The European Physical Journal Plus*, 138(1), 67. doi:10.1140/epjp/s13360-023-03667-1
- Suwanboon, S., Somraksa, W., Amornpitoksuk, P., & Randorn, C. (2020). Effect of trisodium citrate on the formation and structural, optical and photocatalytic properties of Sr-doped ZnO. *Journal of Alloys and Compounds*, 832, 154963. doi:https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.154963
- Syed Zahirullah, S., Immanuel, P., Pravinraj, S., Fermi Hilbert Inbaraj, P., & Joseph Prince, J. (2018). Synthesis and characterization of Bi doped ZnO thin films using SILAR method for ethanol sensor. *Materials Letters*, 230, 1-4. doi:https://doi.org/10.1016/j.matlet.2018.07.067
- 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:https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.12.228
- Upadhyay, P. K., Sharma, N., Sharma, S., & Sharma, R. (2021). Photo and thermoluminescence of Eu doped ZnO nanophosphors. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 32(13), 17080-17093. doi:10.1007/s10854-021-06043-w
- Yamamoto, K., Nagasawa, K., & Ohmori, T. (2004). Preparation and characterization of ZnO nanowires. *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*, 24(1-2), 129-132.
- Zhu, S., Tian, X., Chen, J., Shan, L., Xu, X., & Zhou, Z. (2014). A Facile Approach to Construct Multiple Structured ZnO Crystals by Trisodium Citrate-Assisted Hydrothermal Growth Toward Performance Enhancement of Dye-Sensitized Solar Cells. *The Journal of Physical Chemistry C*, 118(30), 16401-16407. doi:10.1021/jp410325p

İÇME KULLANMA SUYU ÖRNEKLEME

Dr. Öğr. Üyesi, Melek GÖKMEN KARAKAYA

Uşak Üniversitesi, melek.karakaya@usak.edu.tr - 0000-0001-7178-6790

ÖZET

İnsan sağlığının korunmasında güvenli içme suyu büyük öneme sahiptir. Ülkelerin sürdürülebilir politikaları arasında yer almaktadır. Birleşmiş Milletler Genel Kurulu 2010 yılında güvenli, temiz içme suyunun bir insan hakkı olduğunu ilan etmiştir. Özellikle ekonomik olarak bakıldığında, tüm gelir düzeyindeki kişilerin sağlıklı içme suyuna erişimi bakımından, içme ve kullanma sularının temini ve sanitasyon daha da önem kazanmaktadır. Çünkü kontamine sudan kaynaklanabilecek sağlık üzerindeki olumsuz etkiler kalkar veya azalır. İçme kullanma sularının kalite standartlarına uygunluğunu takip etmek amacıyla T.C. Sağlık Bakanlığı, İl Sağlık Müdürlükleri görevlileri tarafından, analiz için her ay su numunesi alınır. Aşırı yağış veya uzun kuraklık veya deprem gibi durumlarda ekstra numune alma planı yapılabilir. Yönetmelikte belirtilen sürelerle göre su numunelerinin fiziksel, mikrobiyolojik, kimyasal ve radyoaktivite analizleri yapılmaktadır. Analizlerin sonuçlarını güvence altına alabilmek için ISO17025:2017 Standardına göre uygun şekilde su örnekleme metotları kullanılır. Bu çalışmada Uşak Üniversitesi Banaz Meslek Yüksekokulu Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri (KKİT) Bölümü Laboratuvar Teknolojisi Programı birinci sınıf ders müfredatında yer alan örnek alma metotları dersi kapsamında su numunesi örneklemek amacıyla saha çalışması yapılmıştır. Okul bahçesinde bulunan çeşmeden uygulamalı olarak içme kullanma suyu örnekleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Su örnekleme çalışması sırasında çekilen fotoğraflar KKİT Bölümünün web sitesinde yayınlanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Banaz MYO, içme kullanma suyu, örnekleme, saha çalışması.

DRINKING WATER SAMLING

ABSTRACT

Safe drinking water is of great importance in protecting human health. It is among the sustainable policies of countries. The United Nations General Assembly declared in 2010 that safe, clean drinking water is a human right. Especially from an economic perspective, the supply of drinking water and sanitation is becoming more important in terms of access to healthy drinking water for people of all income levels. Because the negative effects on health that may arise from contaminated water are eliminated or reduced. In order to monitor the compliance of drinking water with quality standards, water samples are taken every month for analysis by officials of the R.T. Ministry of Health and Provincial Health Directorates. Extra sampling can be planned in cases such as heavy rainfall or long drought or earthquake. Physical, microbiological, chemical and radioactivity analyses of water samples are carried out according

to the periods specified in the regulation. In order to ensure the results of the analysis, water sampling methods are used in accordance with the ISO17025:2017 Standard. In this study, a field study was conducted to sample water samples within the scope of the sampling methods course in the first-year course curriculum of Uşak University Banaz Vocational School Chemistry and Chemical Processing Technologies (CCPT) Department Laboratory Technology Program. A practical drinking water sampling study was carried out from the tap connected directly to the mains in the school garden. Photos taken during the water sampling study were published on the website of the CCPT Department.

Key Words : Banaz Vocational School, drinking water, sampling, field study.

1. GİRİŞ

Sürdürülebilir kalkınma ve sağlık için içme ve kullanma suyu büyük öneme sahiptir. Birleşmiş Milletler temiz su ile ilgili ilk eylem planını 1977’de Arjantin’deki Mar del Plata konferansında tüm halkların temel ihtiyaçlarına eşit miktarda ve kalitede içme suyuna erişim hakkına sahip olduğunu ilan eden “Toplumsal Su Temini” başlığı altında hazırladı (UN Conference on Water, 1977). Günümüzde Birleşmiş Milletler sürdürülebilir kalkınma hedefleri içerisinde 6 da temiz su ve sanitasyon başlığı altında yer almaktadır (UN Sustainable Development, 2015). Bu hedef 2030 yılına kadar dünyadaki herkesin temiz suya sürekli bir şekilde erişiminin yönetimi için plan sağlar. Su ve sanitasyonun sağladığı hizmetler yoksulluğun azaltılmasına, ekonomik büyümeye ve çevresel sürdürülebilirliğe zemin oluşturur. Tüm insan haklarından tam olarak yararlanabilmek için güvenli, temiz içme suyu ve sanitasyon esastır (A/RES/64/292, 2010). Her birey için içmek, yiyecek hazırlamak, kişisel ve ev hijyeni için sürekli ve yeterli miktarda su temini gerekir (UN Human Rights, 2015). İçmek, kişisel hijyen ve evsel kullanım için su güvenli olmalıdır ve insan sağlığına zararlı mikroorganizmaları, kimyasal maddeleri ve radyoaktif maddeleri içermemelidir (UN Human Rights, 2015). Dünya Sağlık Örgütü’nün atmış yıllık rehberliğinde hazırlanan “İçme Suyu Kalitesi Rehberi” halkın sağlığını desteklemek amacıyla ulusal düzenlemelerin ve standartların belirlenmesi için yetkili bir temel oluşturmuştur (WHO Edition F., 2022). Ülkemizde İçme Kullanma sularına dair yönetmelik 24/4/1930 tarihli ve 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanununa dayandırılarak ve 98/83/EC Avrupa Komisyonu Konsey Direktifine paralel olarak hazırlanmıştır (T.C. Resmi Gazete, 2016; T.C. Resmi Gazete, 1930; Avrupa Komisyonu, 1998, 2015). Su kalitesini belirlemek için gerekli analizlerin yapılması amacıyla su örneği uygun şartlarda alınarak laboratuvara götürülür. Mikrobiyolojik analiz için alınan su örneklerine soğuk zincir uygulanır. Numune ile yapılacak deney ve kalibrasyon çalışmalarının geçerliliğini ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla ISO/IEC 17025:2017 Deney ve kalibrasyon laboratuvarlarının yeterliliği için genel gereklilikler Standartının numune alma bölümüne göre su numunesi alınır (ISO/IEC 17025:2017).

2. İÇME KULLANMA SUYU ÖRNEKLEME ÇALIŞMASI

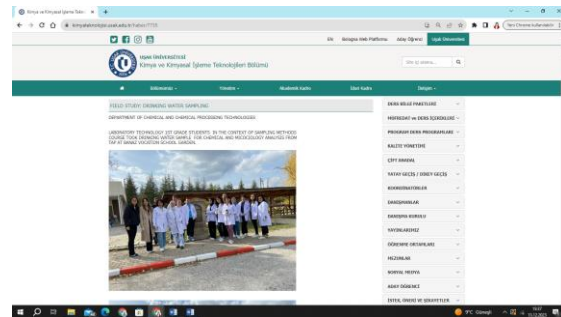
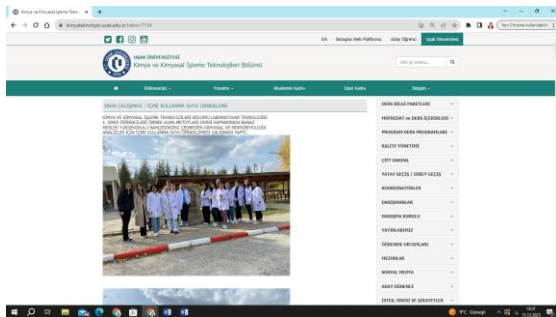
Bu çalışmada Banaz Meslek Yüksekokulu Bahçesinde bulunan şehir şebekesine bağlı çeşmeden kimyasal ve mikrobiyolojik su numunesi örneği alınmıştır. Su numunesi alabilmek için uygun ambalajlar (şişeler) temin edildi. Numune alınacak şişelerin üzerindeki etiket bilgileri dolduruldu.



Görsel 1. Uşak Üniversitesi, Banaz Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, Laboratuvar Teknolojisi 1. Sınıf Öğrencileri İçme Kullanma Suyu Örneklemesi Çalışması

Numune alınacak çeşme alev ile alaza edilip musluğu açıldı. Bir süre su aktıktan sonra alev musluğun yanında iken mikrobiyolojik su numunesi örneği örneklemeye şişesine dolduruldu. Su numunesi şişeye doldurulurken şişe üzerinde az bir boşluk bırakıldı. Kapağı kapatıldı. Alev kapatıldı. Mikrobiyolojik su numuneleri alındıktan sonra analizin yapılacağı ilgili laboratuvara götürülene kadar soğuk zincir ile taşınır. Mikrobiyolojik su numunesi ambalajları 20 mg/L oranında sodyum tiyosülfat içeren yüksek kaliteli hammaddeden üretilen, çevre dostu güvenli şişelerdir (ISO/FDIS 19458:2006). Sodyum tiyosülfat numunedeki kloru tamponlamak için kullanılır. Numune şişelerinin kapakları içerisinde numuneyi sızdırmaması için inert conta bulunmaktadır. Kimyasal su örneği kimyasal su örneklemeye şişesine dolduruldu. Şişenin kapağı kapatıldı.

Numune alma tutanağı tükenmez kalem ile dolduruldu. Numune alma ekibi Laboratuvar Teknolojisi 1. Sınıf öğrencileri Görsel 1. de numune alırken görülmektedir. Görsel 2. de örneklemeye çalışmasının haber yapıldığı okulun haberler web sayfaları verilmiştir.



Görsel 2. Türkçe web sayfası <https://kimyateknolojisi.usak.edu.tr/> ve ingilizce web sayfası <https://kimyateknolojisi.usak.edu.tr/haber/7735>

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

İçme kullanma suyunun örneklemeye aşaması, sonrasında yapılacak deneylerin güvenilirliğini sağlayacak şekilde gerçekleştirilir. Bu çalışma ile Görsel 1. yer alan tüm ekip uygulamalı olarak içme kullanma suyu örneklemiştir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

İçme kullanma suyuna yönelik teknik özellikler uluslararası standartlarla belirlenmiştir. Her bireyin içme kullanma suyuna erişim hakkı yasalarla korunmuştur. Güvenli içme kullanma suyu ve sanitasyonun sürekli sağlanabilmesi için çok büyük çaba sarf edilir. Bu nedenle suyun etkili kullanılması önemli bir sorumluluktur.

KAYNAKÇA

A/RES/64/292 (2010) [UNITED](#) (Erişim tarihi: 15.12.2023)

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (2015) <https://turkiye.un.org/tr/sdgs> ; <https://sdgs.un.org/goals> (Erişim tarihi: 15.12.2023)

European Commission. (1998). Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption. *Official Journal of the European Communities*, 330, 32-54. (Erişim tarihi: 15.12.2023).

European Commission. Directive, C. (2015). 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption, with its latest amendments including Commission Directive (EU) 2015/1787 of 6 October 2015. *Official Journal of the European Union*, 7.

ISO/FDIS 1945, (2006). <https://www.iso.org/standard/33845.html>, <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073087070068074085077106079113053110>.

ISO/IEC 17025: 2017 (2017). General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:17025:ed-3:v1:en>

T.C. Resmi Gazete. (1930) Umumi Hıfzıssıhha Kanunu No: 1593 <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/5.3.1593.pdf> (Erişim tarihi: 15.12.2023).

T.C. Resmi Gazete. (2016). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. No:29863 <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/10/20161020-3.htm> (Erişim tarihi: 15.12.2023).

United Nations Conference on Water (1977) <https://health21initiative.org/wp-content/uploads/2017/08/1977-UN-Conference-on-Water.pdf> Mar del Plata. (Erişim tarihi: 15.12.2023)

United Nations Human Rights. (2015) <https://www.ohchr.org/en/water-and-sanitation/about-water-and-sanitation#:~:text=On%2028%20July%202010%2C%20the,RES%2F64%2F292> (Erişim tarihi: 15.12.2023).

World Health Organization. (2022). Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first and second addenda. Geneva: Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064> (Erişim tarihi: 15.12.2023).

DOĞUMUN BAŞLATILMASINA YÖNELİK FARMAKOLOJİK YÖNTEMLER

Dr. Arş. Gör. Tuba Enise BENLİ

Giresun University, enise.benli@giresun.edu.tr

ORCID: 0000-0002-6087-2199

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep BAL

Gaziantep Islam Science and Technology University, zeynep.bal@gibtu.edu.tr

ORCID: 0000-0003-3224-0511

ÖZET

Doğumun spontan başlangıcından önce, amaçlı uterus kasılmaları oluşturarak başlatılması doğum indüksiyonudur. Doğumun indüksiyonu için hem farmakolojik hem de nonfarmakolojik ajanlar kullanılır. Bu ajanlar tek tek kullanıldıklarında indüksiyon uygulanan kadınlarda sezaryen doğum insidansını azaltmakla birlikte makul bir şekilde yöntemlerin birleştirilmesi doğumun gerçekleşmesinde sinerjistik bir etkiye sahip olabilir. Yapılan bazı çalışmalar, kombinasyon yöntemleriyle doğum süresinde ve sezaryen doğum riskinde azalmanın olduğu konusunda umut vaat etmektedir.

Doğum yönetilmesinde kullanılan çeşitli tekniklerin birbirine üstünlüğü konusunda çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Yöntemler arası kıyaslama ile ilgili yapılacak çalışmalar farklı araştırmalara konu olabilir. Bu derlemenin amacı doğumun başlatılmasına yönelik farmakolojik yöntemlerden; prostaglandinler (dinoprost, misoprostol), oksitosin, mifepriston, hyaluronidaz ve nitrik oksit donörleri açısından incelemektir.

Anahtar Kelimeler : Doğum, indüksiyon, farmakolojik yöntem.

PHARMACOLOGICAL METHODS FOR THE INDUCTION OF LABOR

ABSTRACT

Induction of labor is the initiation of labor by creating purposeful uterine contractions before the spontaneous onset of labor. Both pharmacological and non-pharmacological agents are used for induction of labor. Although these agents, when used individually, reduce the incidence of cesarean delivery in women undergoing induction, judicious combination of methods may have a synergistic effect on the achievement of labor. Some studies show hope that combination methods reduce the duration of labor and the risk of cesarean delivery.

There are various studies on the superiority of various techniques used in birth management. Studies on comparison between methods may be the subject of different research. The aim of this review is to discuss pharmacological methods for inducing labor; to examine for prostaglandins (dinoprostone, misoprostol), oxytocin, mifepristone, hyaluronidase and nitric oxide donors.

Key Words: Birth, induction, pharmacological method.

1. GİRİŞ

Doğum yönetilmesinde kullanılan tekniklerin başında gelen doğum indüksiyonunun çeşitli yöntemleri bulunmaktadır. Bu derleme mevcut kanıtlara dayanarak doğumun başlatılmasına yönelik farmakolojik yöntemlerden; prostaglandinler (dinoproston, misoprostol), oksitosin, mifepriston, hyaluronidaz ve nitrik oksit donörleri gibi halihazırda mevcut yöntemleri incelemek için yapılmıştır.

2. DOĞUMUN BAŞLATILMASINA YÖNELİK FARMAKOLOJİK YÖNTEMLER

2.1. Prostaglandinler (misoprostol, dinoproston)

2.2. Oksitosin

2.3. Mifepriston

2.4. Hyaluronidaz

2.5. Nitrik oksit donörleri

2.1. Prostaglandinler (misoprostol, dinoprostol)

Misoprostol

Başlangıçta mide ülserlerini tedavi etmek ve önlemek için geliştirilen Misoprostol, mide ülserlerini önlemenin yanı sıra belirgin rahim kasılma ve rahim ağzı yumuşatma etkilerine de sahiptir (Coleman, 1994). Misoprostolün uterotonik etkileri ve servikal olgunlaşma üzerindeki etkisi, düşük maliyeti ve uygulama kolaylığı ile birlikte bu sentetik analogu doğum indüksiyonunda yaygın olarak kullanılan bir yöntem haline getirmiştir (Tang, Gemzell-Danielsson, & Ho, 2007).

Misoprostol, servikal olgunlaşma ve doğum indüksiyon yöntemi olarak kullanıldığında oral, vajinal, rektal veya dil altı olarak uygulanabilir. Farmakokinetik çalışmalar, dil altı ve oral uygulamaların vajinal uygulamaya kıyasla en hızlı etki başlangıcına sahip olduğunu göstermiştir. Oral uygulamayla plazma konsantrasyonları hızlı bir şekilde artar, 12 ila 60 dakika arasında zirveye ulaşır ve 120 dakikada hızla düşer. Vajinal uygulamada, seviyeler 60 ila 120 dakika arasında kademeli olarak maksimuma yükselir ve 240 dakikadaki zirve seviyenin yaklaşık %60'ına kadar kademeli olarak düşer. Dil altı uygulama, diğer tüm uygulama yollarıyla karşılaştırıldığında en yüksek plazma konsantrasyonuna ulaşabilir. Ancak dil altı uygulamanın standart dozajı, rejimi ve güvenliği tam olarak belirlenmemiştir (Sanchez-Ramos ve ark., 2023).

Dinoprostol

Misoprostol'e benzer şekilde kasılmalara yol açar ve servikal olgunlaşmayı indükler. Dinoprostol, servikal olgunlaşma ve doğum indüksiyonu için jel ve peserler de dahil olmak üzere birçok preparat halinde mevcuttur (Li ve ark., 2021). Etkinliği korumak için hem dinoprostol vajinal fitiller hem de vajinal eklentiler (Cervidil ve Prostin E2) donmuş halde tutulmalıdır. Cervidil, vajinal fornikse yerleştirilen yavaş salınımlı bir fitildir. 12 saate kadar yerinde kalır ve 12 saatte bir tekrarlanabilir. Hastalar yerleştirmeden sonra 2 saat boyunca yatay durumda kalmalıdır. Oksitosine başlamadan 30 dakika önce çıkarılmalıdır. Dinoprostolün vajinal eklentiden salınmasını önleyebilecekleri için yerleştirirken kayganlaştırıcılardan kaçınılmalıdır (ACOG, 2009).

2.2. Oksitosin

Yunanca'da "hızlı doğum" anlamına gelen oksitosin dünya çapında doğum indüksiyonu için en yaygın kullanılan farmakolojik ajandır. Bununla birlikte, oksitosinin doğumu başlatma ve vajinal doğum sağlamadaki etkinliği, gebeler arasında farklılık göstermektedir (Carson, Guastella, Taylor, & McGregor, 2013; Page, McCool, & Guidera, 2017).

Doğum sırasında uterus kasılmalarının modülasyonu, emzirme sırasında süt çıkarma refleksi ve annelik davranışında rol oynayan bir nörotransmitter olarak işlev görmesi de dahil olmak üzere insan vücudundaki çeşitli üreme süreçlerinde rol oynar. 3 ila 5 dakika içinde etki başlangıcına sahip olan oksitosin annenin böbrekleri ve karaciğeri tarafından metabolize edilir ve atılır. Oksitosini infüze etmek için 10 ila 20 ünite oksitosin, 1000 mL laktatlı Ringer solüsyonunda seyreltilir (Torloni ve ark., 2021). ACOG, 0,5 ila 2,0 mU/dakika dozla başlayan düşük doz rejimleri ve 3 ila 6 infüzyon hızıyla başlayan yüksek doz protokolleri ile hem yüksek hem de düşük doz infüzyon protokollerinin kullanımını destekler (ACOG, 2009).

Oksitosinle uyarılan doğum, fizyolojik olarak spontan doğuma benzer; intravenöz infüzyondan sonra 3-5 dakika içinde uterus kasılma aktivitesi meydana gelir ve kararlı duruma 40 dakika içinde ulaşılır.

2.3. Mifepriston

Rahim ağzının yumuşamasına ve genişlemesine ve rahim aktivitesinin artmasına neden olduğu bilinen bir progesteron antagonistidir (ACOG, 2003). Mifepriston erken gebelikte ilaçla kürtaj için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu etkilere dayanarak mifepriston servikal olgunlaşma ve doğum indüksiyonu için potansiyel olarak değerli bir ajanı temsil etmektedir. Çeşitli çalışmalarda mifepristonun servikal olgunlaşma ve doğum indüksiyonu için kullanımı değerlendirilmiştir. Servikal olgunlaşma için diğer farmakolojik yöntemlerle karşılaştırıldığında mifepriston kullanımının daha az etkili olduğu görülmektedir (Hapangama & Neilson, 2009).

2.4. Hyaluronidaz

Hiyalüronidaz, yerinde hyaluronik asidin viskozitesini azaltarak doku geçirgenliğini artırır. Bu enzim tıbbi uygulamalarda 60 yılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır ve ilk olarak kadın doğum alanında perineal yırtıkların sıklığını, ağrıyı ve epizyotomi ihtiyacını azaltmak

için kullanılmıştır (Zhou, Wang, Huang, & Gao, 2014). Hyaluronidaz uterus kasılmalarını tetiklemediğinden yalnızca servikal olgunlaştırıcı ajan olarak kullanılmıştır (Jung, 2020).

2.5. Nitrik oksit donörleri

Nitrik oksit (NO), hamilelik sırasında rahim ağzında ve plasentada endojen olarak sentezlenir. NO'nun prostaglandinlerle etkileşimi, servikal olgunlaşmaya yol açan olgunlaşma yollarının ayrılmaz bir parçasıdır (De Pace, Chiossi, & Facchinetti 2007; Norman & Cameron 1996).

3. SONUÇ

Doğum indüksiyonunun çeşitli yöntemleri mevcut olmasına rağmen, hiçbir ajan tek başına diğerlerinden üstün değildir veya doğum indüksiyonu geçiren tüm kadınlar için evrensel olarak endike değildir. Doğum indüksiyonu için kullanılacak yöntemlerin iyi bilinmesi ve kanıta dayalı öneriler sağlayacak yüksek kaliteli araştırmaların yapılması çok önemlidir.

KAYNAKÇA

- American College of Obstetricians and Gynecologists. (2003). Clinical management guidelines for obstetrician-gynecologists. *ACOG practice bulletin*, 7, 643-648.
- American College of Obstetricians and Gynecologists. (2009). ACOG practice bulletin no. 107: induction of labor. *Obstet Gynecol*, 114, 386-397.
- Carson, D. S., Guastella, A. J., Taylor, E. R., & McGregor, I. S. (2013). A brief history of oxytocin and its role in modulating psychostimulant effects. *Journal of psychopharmacology*, 27(3), 231-247.
- De Pace, V., Chiossi, G., & Facchinetti, F. (2007). Clinical use of nitric oxide donors and L-arginine in obstetrics. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 20(8), 569-579.
- Hapangama, D., & Neilson, J. P. (2009). Mifepristone for induction of labour. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3).

- Jung, H. (2020). Hyaluronidase: An overview of its properties, applications, and side effects. *Archives of plastic surgery*, 47(04), 297-300.
- Li, W. J., Lu, J. W., Zhang, C. Y., Wang, W. S., Ying, H., Myatt, L., & Sun, K. (2021). PGE2 vs PGF2 α in human parturition. *Placenta*, 104, 208-219.
- Norman, J. E., & Cameron, I. T. (1996). Nitric oxide in the human uterus. *Reviews of reproduction*, 1, 61-68.
- Page, K., McCool, W. F., & Guidera, M. (2017). Examination of the pharmacology of oxytocin and clinical guidelines for use in labor. *Journal of Midwifery & Women's Health*, 62(4), 425-433.
- Sanchez-Ramos, L., Levine, L. D., Sciscione, A. C., Mozurkewich, E. L., Ramsey, P. S., Adair, C. D., ... & McKinney, J. A. (2023). Methods for the induction of labor: efficacy and safety. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*.
- Tang, O. S., Gemzell-Danielsson, K., & Ho, P. C. (2007). Misoprostol: pharmacokinetic profiles, effects on the uterus and side-effects. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 99, S160-S167.
- Torloni, M. R., Siaulys, M., Riera, R., Martimbianco, A. L. C., Pacheco, R. L., Latorraca, C. D. O. C., ... & Betran, A. P. (2021). Route of oxytocin administration for preventing blood loss at caesarean section: a systematic review with meta-analysis. *BMJ open*, 11(9), e051793.
- Zhou, F., Wang, X. D., Li, J., Huang, G. Q., & Gao, B. X. (2014). Hyaluronidase for reducing perineal trauma. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2).

DOĞUMUN BAŞLATILMASINA YÖNELİK NONFARMAKOLOJİK YÖNTEMLER

Dr. Arş. Gör. Tuba Enise BENLİ

Giresun University, enise.benli@giresun.edu.tr

ORCID: 0000-0002-6087-2199

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep BAL

Gaziantep Islam Science and Technology University, zeynep.bal@gibtu.edu.tr

ORCID: 0000-0003-3224-0511

ÖZET

Doğum indüksiyonunun nihai hedefi, spontan kasılmalardan önce uterus kasılmalarını uyarak vajinal doğum sağlamaktır. Bu genellikle uygun bir müdahale olsa da, günümüzde doğum indüksiyonunun görülme sıklığı ciddi seviyede artış göstermiştir. Bu artışın etiolojisi çok faktörlü olmakla birlikte genellikle tıbbi olarak endike olan doğumların sayısındaki değişiklikler, hasta ve/veya doktor tercihleri, seçmeli olarak zamanlanmış doğumlar için, doğum indüksiyonunun algılanan kolaylığı gibi nedenlere bağlıdır.

Doğum yönetilmesinde kullanılan tekniklerin başında gelen doğum indüksiyonunun çeşitli yöntemleri bulunmaktadır. Bu derleme mevcut kanıtlara dayanarak doğumun başlatılmasına yönelik nonfarmakolojik yöntemlerden; hint yağı, meme ucu uyarımı, cinsel ilişki, bitkisel ilaç ve akupunktur gibi halihazırda mevcut yöntemleri özetlemektedir.

Anahtar Kelimeler : Doğum, indüksiyon, nonfarmakolojik yöntem.

NONPHARMACOLOGICAL METHODS FOR THE INDUCTION OF LABOR

ABSTRACT

The ultimate goal of labor induction is to achieve vaginal birth by stimulating uterine contractions before spontaneous contractions. Although this is generally an appropriate intervention, the incidence of labor induction has increased significantly today. The etiology of this increase is multifactorial and generally depends on factors such as changes in the number

of medically indicated deliveries, patient and/or physician preferences, and perceived ease of induction of labor for electively scheduled deliveries.

There are various methods of labor induction, which is one of the techniques used in birth management. This review includes non-pharmacological methods for inducing labor based on current evidence; It outlines currently available methods such as castor oil, nipple stimulation, sexual intercourse, herbal medicine and acupuncture.

Key Words: Birth, induction, nonpharmacological method.

1. GİRİŞ

Doğum yönetilmesinde kullanılan tekniklerin başında gelen doğum indüksiyonunun çeşitli yöntemleri bulunmaktadır. Bu derleme mevcut kanıtlara dayanarak doğumun başlatılmasına yönelik nonfarmakolojik yöntemlerden; hint yağı, meme ucu uyarımı, cinsel ilişki, bitkisel ilaç ve akupunktur gibi halihazırda mevcut yöntemleri incelemek için yapılmıştır.

2. DOĞUMUN BAŞLATILMASINA YÖNELİK FARMAKOLOJİK YÖNTEMLER

2.1. Hint Yağı

2.2. Meme Ucu Uyarımı

2.3. Cinsel İlişki

2.4. Bitkisel İlaçlar

2.5. Akupunktur

2.1. Hint Yağı

Ricinus communis'den elde edilen bu ekstrakt, risinolein asitten oluşan bir yağdır. Kesin etki mekanizması henüz tam olarak anlaşılmamıştır, ancak gastrointestinal semptomatoloji göz önüne alındığında, bir prostaglandin aracılığı olduğu önerilmiş ancak doğrulanmamıştır (Johns, & Sibeko, 2003; Mitri, Hofmeyr, & van Gelderen, 1987).

Yapılan çalışmalarla hint yağının servikal olgunlaşma ve doğum indüksiyonu için etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Farmakolojik müdahalelerin ortaya çıkmasından bu yana, yüksek gelirli ülkelerde hint yağı artık hastanelerde kullanılmıyor. Ancak bu madde hâlâ kaynakların kısıtlı olduğu ortamlarda ve halk tarafından kullanılıyor (Nabors, 1958).

2.2. Meme Ucu Uyarımı

Yunanistan, Roma ve diğer çağdaş toplumlardaki doktorlar doğum indüksiyonu hakkında yazılar yazdılar. Hipokrat, rahim kasılmalarına ve doğumun başlamasına yol açacak meme ucu uyarımını önerdi. Bu uygulama çağlar boyunca devam etti ve rahim ağzı olgunlaşması ve doğum indüksiyonu yöntemi olarak meme veya meme ucu uyarımını ele alan birçok randomize çalışma ve sistematik inceleme yapıldı (Kavanagh ve ark., 1996).

Meme stimülasyonunun oksitosin üretimine ve rahim kasılmalarının başlatılmasına yol açtığı bilinmektedir. Meme ucu uyarımının servikal yumuşama ve rahim kasılmalarına yol açmasının gerçek mekanizması tam olarak anlaşılamamıştır. Araştırmalar, emzirmeyle ilişkili oksitosik reflekse benzer şekilde meme ucu uyarımının, arka hipofiz bezinden endojen oksitosin üretimiyle sonuçlandığını ileri sürmektedir. Ancak oksitosin seviyeleri ile rahim kasılmaları arasında doğrudan bir ilişki kesin olarak gösterilmemiştir (Valtcheva, & Froemke, 2019).

2.3. Cinsel İlişki

Cinsel ilişki sıklıkla servikal olgunlaşma ve doğum indüksiyonu için tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Olası etkileri, meme ucu uyarımı ve orgazm ile ilişkili oksitosin salınımı ve muhtemelen seminal sıvı prostaglandinlerin rahim ağzı üzerindeki doğrudan etkisi ile ilişkilidir (Watson, & Allnutt, 2003).

Erkek ejakülatından gelen seminal sıvının, servikal mukustaki prostaglandin düzeylerini 10 ila 50 kat artırdığı gözlemlenmiştir. Bu kişilerde, servikal mukusta artan prostaglandin konsantrasyonu ejakülasyondan sonraki 2 ila 4 saat içinde fark edilmiş ve 12 saate kadar devam etmiştir (Toth, M., Rehnström, J., & Fuchs, A. R. 1989).

2.4. Bitkisel İlaçlar

Doğum indüksiyonunda bitkisel takviyelerin etkinliğini ve güvenliğini değerlendiren çok az bilimsel kanıt vardır. Verilerin kısıtlılığına rağmen, bu yöntemler, doğum uzmanlarını

kullanımları konusunda bilgilendirmeyen hamile hastalar arasında geniş kabul görmektedir (Mills, E., Dugoua, J. J., Perri, D., & Koren, 2013).

Bitkilerin servikal olgunlaştırıcı ajanlar olduğu düşünülmektedir. Doğumu tetiklemeye yönelik en yaygın şifalı bitkiler arasında ahududu yaprakları, çuha çiçeği yağı ve mavi ve karayılan otu bulunur (Finkel, R. S., & Zarlengo, 2004; Holst, Haavik, & Nordeng, 2009).

2.5. Akupunktur

Geleneksel olarak Doğu Asya’da uygulanan ve yüzyıllardır kullanılan akupunktur, ince bir iğnenin belirlenmiş bir sinir bölgesine batırılmasını içerir ve biyolojik bir sistem veya organ üzerinde bir etkiye sahip olduğu hissedilir. Göreceli olarak düşük maliyeti, güvenlik profili ve bulunabilirliği nedeniyle Batı dünyasında daha geniş kabul görmektedir (West, 1997).

Kontrollü ve gözlemsel çalışmalar, akupunktura maruz kalan gebelerin %68’inde rahim kasılmalarının meydana geldiğini bildirmiştir; Akupunktur iğneleri aracılığıyla elektriksel uyarı uygulandığında hastaların %90’ından fazlasında rahim kasılmaları gözlemlenmiştir. Ancak yine de Akupunkturun doğumu teşvik etmedeki olası etkinliğini belirlemek için daha sağlam araştırmalara ihtiyaç vardır (Rabl, Ahner, Bitschnau, Zeisler, & Husslein, 2001).

3. SONUÇ

Doğum indüksiyonu için mevcut seçenekler genişletilebilir. Yöntemler uygulanırken doğumun güvenli ve etkili bir şekilde yönetilmesi için kişiye uygunluğu ve maksimum fayda sağlaması göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca doğum indüksiyonu için kullanılan tamamlayıcı stratejilerin çoğu, yeterince güçlendirilmiş kontrollü çalışmalarla uygun şekilde değerlendirilmemiştir. Bu yöntemlerin çoğu hamilelikte güvenli gibi görünse de bazıları zarar verebilir. Yeni kanıtlar sağlanana kadar tamamlayıcı doğum indüksiyon yöntemleri bireyselleştirilmeli ve uygun danışmanlıkla desteklenmelidir.

KAYNAKÇA

- Finkel, R. S., & Zarlengo, K. M. (2004). Blue cohosh and perinatal stroke. *New England Journal of Medicine*, 351(3), 302-303.
- Holst, L., Haavik, S., & Nordeng, H. (2009). Raspberry leaf—should it be recommended to pregnant women?. *Complementary therapies in clinical practice*, 15(4), 204-208.
- Johns, T., & Sibeko, L. (2003). Pregnancy outcomes in women using herbal therapies. *Birth Defects Research Part B: Developmental and Reproductive Toxicology*, 68(6), 501-504.
- Kavanagh, J., Kelly, A. J., Thomas, J., & Cochrane Pregnancy and Childbirth Group. (1996). Breast stimulation for cervical ripening and induction of labour. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2010(1).
- Mills, E., Dugoua, J. J., Perri, D., & Koren, G. (2013). *Herbal medicines in pregnancy and lactation: an evidence-based approach*. CRC press.
- Mitri, F., Hofmeyr, GJ & van Gelderen, C. J. (1987). Meconium during labour-self-medication and other associations. *South African Medical Journal*, 71(7), 431-433.
- Nabors, G. C. (1958). Castor oil as an adjunct to induction of labor: critical re-evaluation. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 75(1), 36-38.
- Rabl, M., Ahner, R., Bitschnau, M., Zeisler, H., & Husslein, P. (2001). Acupuncture for cervical ripening and induction of labor at term—a randomized controlled trial. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 113(23-24), 942-946.
- Toth, M., Rehnström, J., & Fuchs, A. R. (1989). Prostaglandins E and F in cervical mucus of pregnant women. *American journal of perinatology*, 6(02), 142-144.
- Valtcheva, S., & Froemke, R. C. (2019). Neuromodulation of maternal circuits by oxytocin. *Cell and tissue research*, 375, 57-68.
- Watson, T., & Allnutt, J. (2003). Natural methods of induction of labour: do they work?. *Birth Issues*, 12(1/2), 5-10.
- West, Z. (1997). Acupuncture within the National Health Service: a personal perspective. *Complementary Therapies in Nursing and Midwifery*, 3(3), 83-86.

INVESTIGATION OF DEEP EUTECTIC SOLVENTS FOR THE DETERMINATION OF SULFADIAZINE RESIDUES IN HONEY SAMPLES

Master, Hatice Taşpınar

Sivas Cumhuriyet University, Science Faculty, Chemistry Department
pnarhatice20@hotmail.com, ORCID NO: 0000-0001-9053-7879

Prof. Dr. Nail Altunay

Sivas Cumhuriyet University, Science Faculty, Chemistry Department
naltunay@cumhuriyet.edu.tr, ORCID NO: 0000-0001-9053-7570

Prof. Dr. Adil Elik

Sivas Cumhuriyet University, Science Faculty, Chemistry Department
elik@cumhuriyet.edu.tr, ORCID NO: 0000-0002-3942-4711

ABSTRACT

Determination of sulfadiazine (SDZ), which has toxic effects on human health, in various real specimens is an essential issue in the field of analytical chemistry. Therefore, it is always interesting for analytical chemists to develop selective, susceptible and accessible techniques for the identification of SDZ. Based on these facts, an air-assisted deep eutectic solvent-based microextraction (AA-DES-ME) technique was improved in this research. The amount of SDZ was determined by spectrophotometer. Deep eutectic solvent prepared from the mixture of menthol: formic acid (1:2 molar ratio) was used as the extraction solvent. Important parameters have been thoroughly investigated and optimized. In recent years, DESs have been replacing organic solvents because they are very environmentally friendly, easy to prepare and contain important features such as low vapor pressure. The AA-DES-ME method was linear in the interval of 20-175 $\mu\text{g L}^{-1}$. The selection limit of the method was 6.5 $\mu\text{g L}^{-1}$. The validity of the AA-DES-ME method was confirmed through extensive validation studies before analysis of real prefixes. Finally, the AA-DES-ME analytical technique was effectively performed to the extraction of SDZ residues in different sample groups.

Keywords: Sulfadiazine, Deep eutectic solvents, Air-assisted microextraction, Spectrophotometer

1. INTRODUCTION

While the existence of antibiotics in high concentrations in the environment harms the ecological balance, their presence in low concentrations causes the formation of antibiotic-resistant bacteria. Sulfonamides are an important class of compounds with many applications in medicinal and pharmaceutical chemistry [1]. Sulfonamides are a broad group of antibiotics. This group of antibiotics can be used for treatment in animal and aquaculture. It is also used in agriculture to prevent and treat diseases in animal [2]s. Sulfonamides, which stand out with their low cost, are frequently used in animal feed as growth promoters and therapeutic purposes [3].

One of the most important compounds of sulfa antibiotics is sulfadiazine (SDZ), which is included in the list of vital drugs of sulfonamides listed by the WHO [4]. SDZ and sodium sulfacetamide are examples of the most effective sulfonamides used in the treatment of infections such as conjunctivitis, trachoma, and ocular toxoplasmosis [4]. SDZ is chemically named as 4-amino-N-pyrimidin-2-yl-benzenesulfonamide (IUPAC), N1-(2-pyrimidinyl)-sulfanilamide and 2-sulanilamidopyrimidine [5]. SDZ is in the form of a fine white crystalline powder and its solubility in water is very low [6]. It has been determined that the solubility of SDZ increases with increasing temperature and with increasing alcohol content such as methanol, ethanol or propanol in water. It has been found that the solubility of SDZ is very good in methanol. The hydroxyl group in its structure provides methanol with the ability to donate and accept hydrogen and at the same time gives it the ability to mix with water. SDZ is not biodegradable [7]. It is absorbed and expelled from the physiological environment in a short time. Due to this feature, it is included in the group of fast-acting sulfonamides.

Sulfadiazine antibiotic is the active ingredient of various antibiotic drugs on the market such as lantrisol, sulfose, triple sulfas [8]. Aquatic systems are contaminated, especially due to the widespread and incorrect use of antibiotics containing SDZ. Studies have been published showing that SDZ accumulates in foods consumed by humans due to this pollution. Since SDZ is used especially to make bees resistant to disease, the presence of SDZ has been detected in bee products [9]. Considering the negative effects of excessive consumption of antibiotics on human health, the analysis of SDZ in honey products is particularly interesting [10].

Since SDZ residues are at trace levels in real samples, effective and reliable sample preparation methods must be developed first in the determination step. An important way to reduce the matrix effect is to separate the target compound in the complex sample matrix [11]. To achieve this, the selectivity and separation capacity of the extraction reagents added to the sample solution are very important [12, 13]. Different chemicals such as organic solvents, surfactants, adsorbents, bio-materials are used to separate the analytes [14]. In this study, deep eutectic solvents (DES) were prepared and tested for the enrichment of SDZ before the determination step, due to their easy-to-prepare, cheap and environmentally friendly properties.

2. EXPERIMENTAL

2.1. Instrumentations

The devices used in this developed AA-DES-ME method for the quantification of SDZ and their intended use are summarized below. Firstly, the ultrapure water was obtained in a Milli-Direct Q3 purification device (Bedford, MA, USA). An sonication bath (UCS-10 model, Seoul, Korea) was used to prepare DESs. The amount of SDZ was determined using a dual beam UV-VIS spectrophotometer (Shimadzu UV-1800 PC model, Kyoto, Japan). pH meter (Sartorius professional, meter pp-15) was used to correct pH values of relevant solutions to desired levels

2.2. Chemicals

Since the chemicals used were of analytical purity, they were not subjected to additional purification processes. Chemicals utilised in the studies were supplied by Merck Company (Darmstadt, Germany). Borate, citrate, tartrate and phthalate buffers were added to adjust the pH of the aqueous solutions in the study. 500 mg L⁻¹ stock solution of SDZ was prepared by

dissolving the suitable amount of its solid in methanol and the stock solution was stored in the dark. Working and experimental solutions of SDZ were arranged fresh by consecutive dilution of its stock solution. Menthol and formic acid were used to prepare the deep eutectic solvent.

2.3. Sample collection and preparation

In this research, cheese and dairy products were procured from various markets in Sivas for the determination of SDZ. The sample preparation stages performed for the procured samples are as follows. First, milk (10 mL) and cheese (10 g) samples were taken into test tubes and 20 mL of acetonitrile was spiked to them. Thereafter the relevant tubes were introduced into a sonication bath and sonicated for 10 minutes at room temperature. After sonication, the resulting solution was filtered using a membrane filter. In the last stage, the resulting mixture was ready to be applied with the developed AA-DES-ME method.

2.4. Preparation of the menthol-formic acid deep eutectic solvent

First of all, DES prepared in this study exhibited hydrophobic properties. Basically, hydrogen bond formation is effective in the preparation of DESs. Therefore, it is based on mixing at minimum two types, one of which is a HBA and the other a HBD, in a definite molar ratio and heating them until a homogeneous solution is obtained. In this study, menthol was used as a HBA and formic acid was used as a HBD. Both chemical species were spiked to the beakers at different molar ratios. In the name, the resulting mixture was placed on a heating plate with a magnetic stirrer and heated to approximately 70 °C, creating a homogeneous solution indicating that DESs were prepared.

2.5. Developed AA-DES-ME method

The experimental steps of the AA-DES-ME method for the extraction of residual SDZ from milk and cheese samples before spectrophotometric determination were as follows. First, 10 mL of the prepared samples such as milk and cheese were spilled into conical tubes. Then, 50 $\mu\text{g L}^{-1}$ of SDZ was added to these and the pH of the resulting mixture was adjusted to 7.5 with borate buffer solution. Additionally, 1.75 mL of menthol- formic acid at 1:3 molar ratio (as extraction solvent) was added using a micro syringe. The entire mixture was withdrawn into the syringe and injected back into the conical tubes. By repeating this process 12 times, a turbid mixture was obtained. Then, the tubes were centrifuged at 4000 rpm for 2 minutes and the DES phase containing SDZ was collected on the aqueous solution. Then, the aqueous phase was removed with a micro-syringe and the residual DES phase was transferred to micro-cuvettes and placed in the beam path of the spectrophotometer. Spectrophotometric measurements were made in triplicate at 297 nm.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Effect of pH on recovery of SDZ

In studies in aqueous solution environments, the pH of the preliminary solution can affect all analytical parameters. These parameters are selectivity, sensitivity, matrix effect. Because interactions between chemical species differ depending on pH. Accordingly, changes in field

results may be observed. In this context, optimization of the pH of the solution has an key role, especially in liquid-liquid microextraction studies. For this reason, the effect of the pH of the sample solution on the recovery of SDZ was examined in the pH range of 3-9. The results in Figure 1 show that sample solution needs to be adjusted to pH 7.5 to ensure effective phase separation and subsequent quantitative recoveries for SDZ.

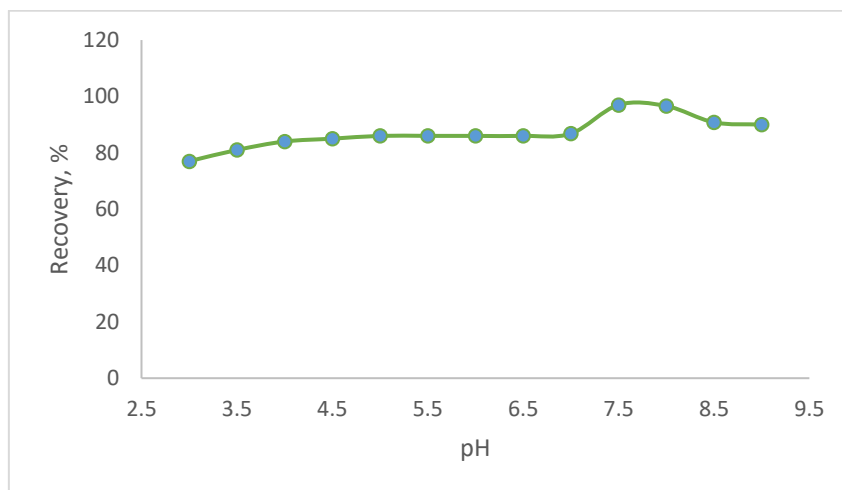


Figure 1. Effect of pH on recovery of SDZ

3.2. Effect of DES type on recovery of SDZ

As it is known, the effectiveness of extraction studies depends on the extraction solvent used. It is desirable that the selected extraction solvent selectively separates the target protein from the sample solution. Meanwhile, the extraction solvent is also aimed to be environmentally friendly and inexpensive. In this context, in current years, DESs, which are cheap, environmentally friendly and easy to prepare, have been used in microextraction studies. In this context, in this study, three DES preparations were tested for the extraction of SDZ. The prepared DESs were menthol-formic acid (DES-1), choline chloride-urea (DES-2) and choline chloride-diethanolamine (DES-3), respectively. As a result of the studies carried out (see Figure 2), the good data were obtained in DES prepared from menthol-formic acid. Therefore, menthol-formic acid was used as the extraction solvent in this study.

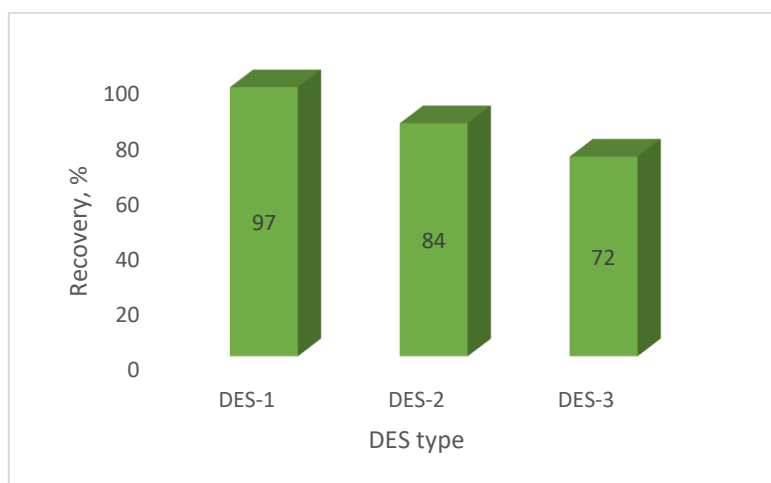


Figure 2. Effect of DES type on recovery of SDZ

3.3. Effect of molar ratio of menthol- formic on recovery of SDZ

The most important parameter in the preparation of DESs is the molar ratios of the added chemical species. If appropriate ratios are not provided, DES formation will not occur. Therefore, selected menthol-formic acid DES was prepared in different molar ratios and each of them was investigated for the extraction of SDZ. According to the results in Figure 3, it is concluded that DES prepared from a menthol -formic acid mixture at a molar ratio of 1:2 is suitable for quantitative phase separation and reliable results of SDZ. Therefore, a molar ratio of 1:2 for menthol-formic acid was chosen as the optimal molar ratio in this study.

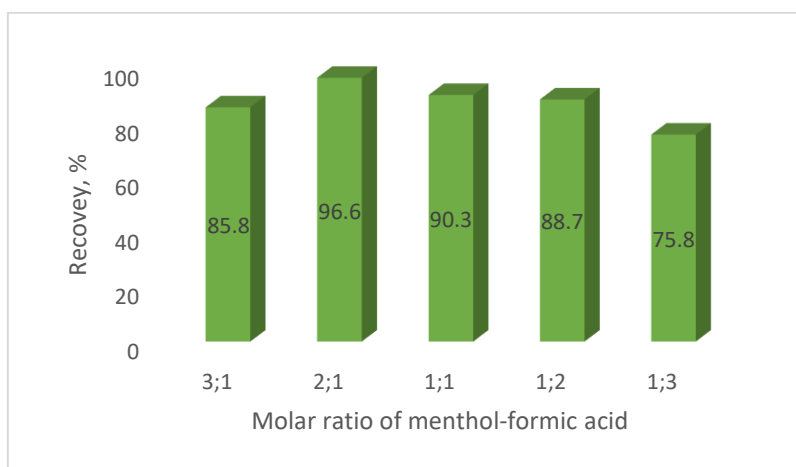


Figure 3. Effect of molar ratio of menthol- formic acid on recovery of SDZ

3.4. Effect of volume of menthol- formic on recovery of SDZ

Another factor is the amount of DES added to the sample solution. In order for phase separation to be quantitative, a sufficient quantity of DES must be spiked to the sample solution. If the amount of DES is insufficient, phase separation cannot be achieved and low recoveries are obtained. For this reason, the effect of the volume of menthol-formic acid DES on the recovery of SDZ was increased in the range of 0-3.0 mL. The data in Figure 4 indicate that adding 1.75 mL of menthol-formic acid DES to the sample solution is sufficient for significant results for SDZ. For this reason, this value was used in following studies.

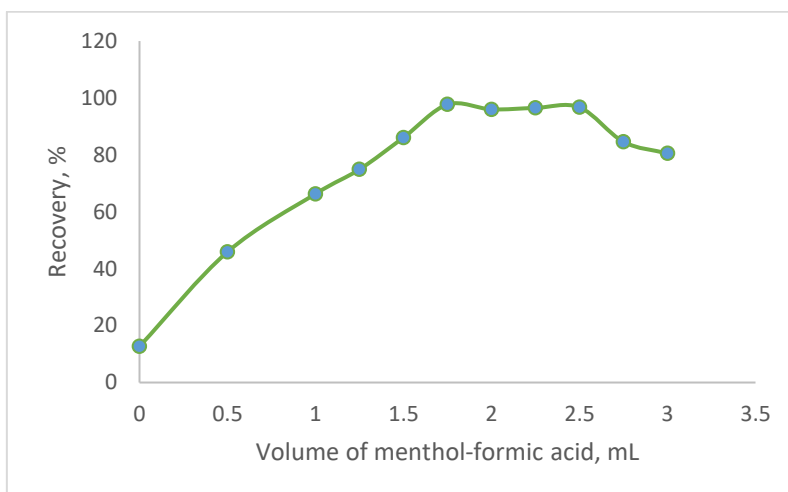


Figure 4. Effect of volume of menthol- formic on recovery of SDZ

3.5. Effect of mixing type on recovery of SDZ

Effective distribution of extraction solvents into the sample solution is important both to ensure phase separation and to quantify the amount of target analyte in the resulting phase. In this context, physical effects such as sonication, vortexing, air-assisted and manual mixing are used. The main goal here is to ensure that the extraction solvent completely disperses the sample solution and quickly extracts the target analyte. In this study, the effect of different physical effects on the recovery of SDZ is presented in Figure 5. The relevant results presented that the air-assisted effect was the most effective way to achieve quantitative recoveries.

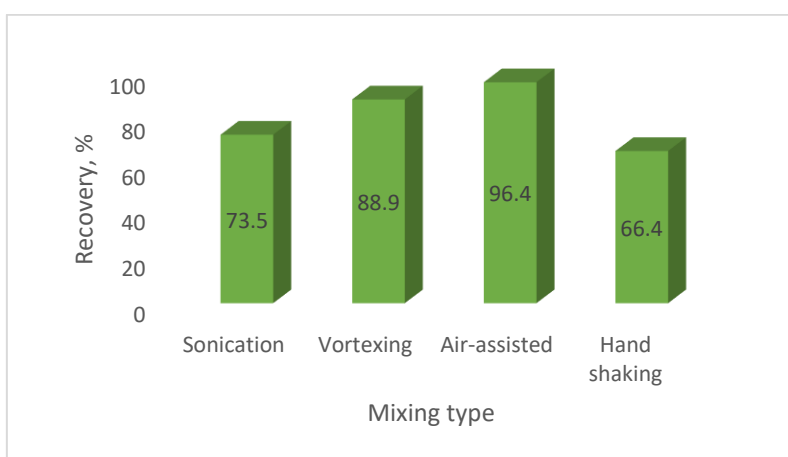


Figure 5. Effect of mixing type on recovery of SDZ

3.6. Effect of extraction cycle on recovery of SDZ

In air-assisted applications, the appropriate extraction cycle must be determined for the effective distribution of the extraction solvent added to the sample solution. The extraction cycle is described as adding DES to the sample solution, then withdrawing the complete solution into the syringe and adding it back to the test tubes. As a result of a certain extraction cycle, the sample solution becomes cloudy, which indicates that the extraction solvent is effectively distributed to the entire solution. In this study, it was observed that the sample

solution became cloudy after twelve extraction cycles (see Figure 6). In this way, the menthol-formic acid DES was separated from the sample solution by saturation.

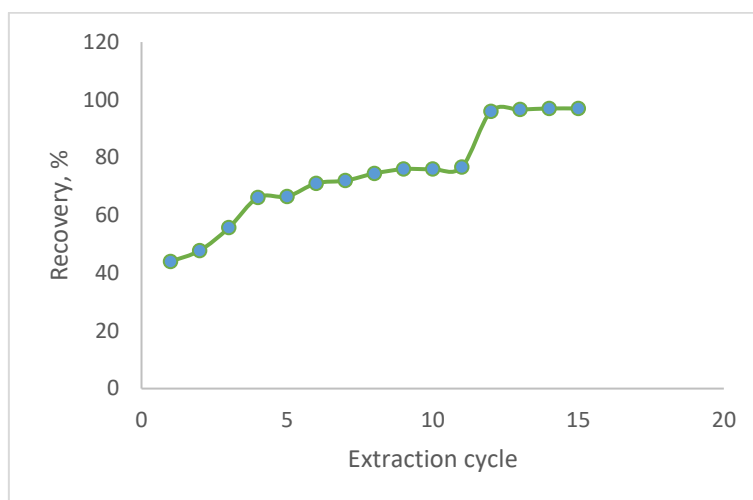


Figure 5. Effect of extraction cycle on recovery of SDZ

3.7. Analytical performance

While developing the analytical method, linear range, detection limit (LOD), quantification limit (LOQ), enrichment factor (EF), precision and accuracy should be tested under optimized conditions. In this context, in this study, standard SDZ was added to the model solutions at different concentrations and then the above-mentioned properties were determined by applying the proposed AA-DES-ME method. The AA-DES-ME method was linear in the range of 20-175 $\mu\text{g L}^{-1}$. The LOD and LOQ of the method was 6.5 $\mu\text{g L}^{-1}$ and 20 $\mu\text{g L}^{-1}$, respectively. The EF was calculated based on SDZ concentrations before and after the AA-DES-ME method. The EF of this study was 114. The precision of the AA-DES-ME method was evaluated by analysis of three standard SDZ concentrations added to the model solutions. These concentrations were 30, 100 and 150 $\mu\text{g L}^{-1}$. The relative standard deviation (RSD) value of these concentrations was calculated by intraday and interday studies. In intraday studies, these concentrations were analyzed five times in one day, while in interday studies, the same amounts were analyzed three times in five successive days. While the RSD of the intraday studies was in the range of 1.3-2.4%, the RSD of the inter-day studies was in the range of 1.9-2.8%. These results presented that the developed method had good accuracy. In addition, the accuracy of the AA-DES-ME method was investigated by calculating the recovery values of the added SDZs in these studies. In this context, the recovery of SDZ was in the range of 94-98% in intraday studies, while the recovery was in the range of 89-96% in inter-day studies. All these results showed that the developed AA-DES-ME method exhibited acceptable accuracy. The results including analytical data are presented in Table 1.

Table 1. Figures of merit of the developed AA-DES-ME method.

Figures		Values
Linear, $\mu\text{g L}^{-1}$		20-175
LOD		6.5
LOQ		20
EF		114
RSD for 30, 100 and 150 $\mu\text{g L}^{-1}$ of	Intraday (N=3)	1.3-2.4
	Interday (N=3x5)	1.9-2.8
Recovery 30, 100 and 150 $\mu\text{g L}^{-1}$	Intraday (N=3)	94-98
	Interday (N=3x5)	89-96

3.8. Application to milk and cheese samples

The applicability of the developed AA-DES-ME method was examined for some milk and cheese samples. In this study, due to the matrix effect of the AA-DES-ME method on real samples, standard SDZ was added to the analyzed samples and a recovery study was performed. The analytical results obtained are presented in Table 2. The recovery values (94-97%) obtained from the analysis of milk and cheese samples showed that the developed AA-DES-ME method exhibited good accuracy with matrix samples. The SDZ levels in the examined samples were below the international maximum permissible level. Additionally, the RSD values lower than 2.7% show that the reproducibility of the AA-DES-ME method is valid even in complex matrices.

Table 2. Results of applying the AA-DES-ME method to milk and cheese samples

Sample	Added, $\mu\text{g L}^{-1}$	Calculated, $\mu\text{g L}^{-1}$	RSD, %	Recovery, %
Milk-1	-	24.8	1.5	-
	60	81.2	1.8	94
Milk-2	-	22.9	2.2	-
	60	80.5	2.7	96
Cheese-1	-	33.1	2.4	-
	60	91.3	2.7	97
Cheese-2	-	27.5	1.9	-
	60	85.1	2.2	96

4. CONCLUSION

In the current article, it is aimed to develop a new microextraction method to ensure the selective and rapid extraction of SDZ residues in dairy products. In this context, air-assisted microextraction study was developed in which deep eutectic solvents were used as extraction solvents. The amount of SDZ in the analyzed samples was determined by spectrophotometer. Different DESs were prepared and examined to achieve selective extraction of SDZ. DES prepared from menthol-formic acid gave the most effective results. According to studies in which extraction solvents such as surfactants and organic solvents were used, this AA-DES-ME method is quite environmentally friendly. As a result of experimental studies, no organic waste is generated. It allows the extraction of SDZ with basic laboratory equipment. This has shown that the developed AA-DES-ME method is an alternative to many other methods.

Important parameters of the developed method have been optimized in detail. The AA-DES-ME method offered wide working range, low LOD and acceptable RSDs for the analysis of milk and cheese samples. In this context, we think that the developed AA-DES-ME method can be applied to products with similar structures.

ACKNOWLEDGMENTS

This current study was funded by Sivas Cumhuriyet University Scientific Research Projects Commission as the research projects with the F-2022-673 code.

REFERENCES

- [1] Supuran, C. T. (2017). sulfonamides. *Molecules*, 22(10), 1642.
- [2] Oudah, K. H., Najm, M. A., Roomi, A. B., Al-saidy, H. A., & Awadallah, F. M. (2020). The Recent Progress Of Sulfonamide In Medicinal Chemistry. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(12).
- [3] Gulçin, İ., & Taslimi, P. (2018). Sulfonamide inhibitors: a patent review 2013-present. *Expert opinion on therapeutic patents*, 28(7), 541-549.
- [4] Afsharipour, R., Haji Shabani, A. M., Dadfarnia, S., & Kazemi, E. (2020). Selective fluorometric determination of sulfadiazine based on the growth of silver nanoparticles on graphene quantum dots. *Microchimica Acta*, 187, 1-8.
- [5] He, X., Tan, L., Wu, W., & Wang, J. (2016). Determination of sulfadiazine in eggs using molecularly imprinted solid-phase extraction coupled with high-performance liquid chromatography. *Journal of Separation Science*, 39(11), 2204-2212.
- [6] Nimia, H. H., Carvalho, V. F., Isaac, C., Souza, F. A., Gemperli, R., & Paggiaro, A. O. (2019). Comparative study of Silver Sulfadiazine with other materials for healing and infection prevention in burns: A systematic review and meta-analysis. *Burns*, 45(2), 282-292.
- [7] Nunes, J. H. B., Nakahata, D. H., Corbi, P. P., & de Paiva, R. E. F. (2023). Beyond silver sulfadiazine: A dive into more than 50 years of research and development on metal complexes of sulfonamides in medicinal inorganic chemistry. *Coordination Chemistry Reviews*, 490, 215228.
- [8] Delgado, D. R., Bahamón-Hernandez, O., Cerquera, N. E., Ortiz, C. P., Martínez, F., Rahimpour, E., ... & Acree Jr, W. E. (2021). Solubility of sulfadiazine in (acetonitrile+ methanol) mixtures: Determination, correlation, dissolution thermodynamics and preferential solvation. *Journal of Molecular Liquids*, 322, 114979.
- [9] Engelhardt, I., Sittig, S., Šimůnek, J., Groeneweg, J., Pütz, T., & Vereecken, H. (2015). Fate of the antibiotic sulfadiazine in natural soils: Experimental and numerical investigations. *Journal of contaminant hydrology*, 177, 30-42.
- [10] Nguyen Dang Giang, C., Sebesvari, Z., Renaud, F., Rosendahl, I., Hoang Minh, Q., & Amelung, W. (2015). Occurrence and dissipation of the antibiotics sulfamethoxazole, sulfadiazine, trimethoprim, and enrofloxacin in the Mekong Delta, Vietnam. *Plos one*, 10(7), e0131855.
- [11] Ji, Y., Shi, Y., Wang, L., Lu, J., Ferronato, C., & Chovelon, J. M. (2017). Sulfate radical-based oxidation of antibiotics sulfamethazine, sulfapyridine, sulfadiazine, sulfadimethoxine,

and sulfachloropyridazine: formation of SO₂ extrusion products and effects of natural organic matter. *Science of the Total Environment*, 593, 704-712.

[12] Li, X., & Row, K. H. (2016). Development of deep eutectic solvents applied in extraction and separation. *Journal of separation science*, 39(18), 3505-3520.

[13] Cunha, S. C., & Fernandes, J. O. (2018). Extraction techniques with deep eutectic solvents. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 105, 225-239.

[14] Altunay, N., Hazer, B., Tuzen, M., & Elik, A. (2021). A new analytical approach for preconcentration, separation and determination of Pb (II) and Cd (II) in real samples using a new adsorbent: Synthesis, characterization and application. *Food Chemistry*, 359, 129923.

DISPERSIVE LIQUID PHASE EXTRACTION METHOD FOR THE DETERMINATION OF HISTAMINE FROM PROCESSED MEAT PRODUCTS

Prof. Dr. Nail Altunay

Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Science, Department of Chemistry

naltunay@cumhuriyet.edu.tr, ORCID NO: 0000-0001-9053-7570

Prof. Dr. Adil Elik

Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Science, Department of Chemistry

elik@cumhuriyet.edu.tr, ORCID NO: 0000-0002-3942-4711

ABSTRACT

This research paper describes a dispersive liquid phase extraction (DLPE) method developed to extract histamine from processed meat products. Tergitol (non-ionic surfactant) was used as the extraction solvent. Heptanol was selected as a dispersive solvent. The amount of histamine in the solution obtained after DLPE was determined using a spectrophotometer. Factors that affect the usefulness of the DLPE method, such as pH, dispersive solvent type and volume, amount of extraction solvent, and sonication time, were investigated and optimized. The LOD and LOQ values of the method under optimized conditions were $15 \mu\text{g L}^{-1}$ and $50 \mu\text{g L}^{-1}$, respectively. The DLPE method exhibited linearity in the amount range of $50\text{-}300 \mu\text{g L}^{-1}$ of histamine. The precision and accuracy of the DLPE method were calculated by relative standard deviation (RSD) and recovery studies, respectively. In the final stage, the DLPE method was applied for the extraction of histamine in processed foodstuffs with a standard addition approach. The recovery and RSD values achieved from the investigation of the samples were in the range of 91-98.6% and 1.6-2.5%, respectively.

Keywords: Dispersive liquid phase extraction, Tergitol, Histamine, Meat products

1. INTRODUCTION

Biogenic amines, which are complexes designed as a result of the decarboxylation of amino acids or the amination and conversion of aldehydes and ketones, cause health problems when taken in excess of a certain dose through food [1]. In high doses, it can also cause death. Therefore, detection of the presence of biogenic amines is important, especially for human health and food quality [2]. Biogenic amine compounds may also form as a result of fermentation in fermented products such as yoghurt, tarhana, sausage, kefir and boza. Biogenic amines are components that make important contributions to the development of taste in foods [3]. Biogenic amines are mostly formed in protein-rich foods and fermented foods. Among biogenic amines, only histamine has legal criteria [4]. The American Food and Drug

Administration (FDA) has reported that the maximum histamine level in edible fish should not exceed 5 mg/100 grams [5].

Histamine is a biological amine that is especially abundant in foods. Histamine is a product resulting from the decomposition of histidine as a result of the growth of some bacteria in seafood [6]. Histamine harming is a chemical alcoholism caused by consuming foods containing high levels of histamine. In particular, it is seen as the most common cause of fish poisoning [7]. When food is not processed and packaged under hygienic conditions, histamine can rise to toxic levels [8]. Histamine formation in some foods, especially fish and fruits, depends on many factors; Histamine level varies depending on its origin, storage and cultivation conditions, time, temperature and the type and amount of microorganisms present [9]. For example, histamine levels in freshly caught tuna are generally low, approximately below 1 mg kg⁻¹, and can be consumed by an individual without histamine intolerance [10]. However, after 5 days of storage at identical small temperature (0-2 °C), even short-term improper storage can increase the histamine content and therefore cause health problems. After consumption of foods containing high amounts of histamine, the development period varies from a few records to several hours [11]. Histamine accumulation can cause many symptoms by mimicking an allergic reaction. While histamine intake above 50 mg or 0.75 mg kg⁻¹ body weight in healthy individuals begins to have negative effects on health, this amount is much lower in individuals with histamine intolerance [12].

In ensuring food safety and determining food quality, rapid, accurate and reliable determination of histamine, which is formed as a result of microbial activity, especially in high-risk foods, is of critical importance. This is an important issue for both analytical chemists and food engineers to focus on the development of new methods. Although most of the approaches used are based on conventional procedures to provide data about the amount of histamine in foods, alternative methods based on the extraction approach have come to the fore in recent years [13-15]. In this case, the use of 'green solvents' as extraction agents in extraction applications has gained importance. Recently, the use of surfactants in extraction studies has focused mainly on the microextraction method in order to improve its analytical performance and robustness. Surfactant is a general name used for soaps, detergents, wetting agents and emulsifying substances. Surfactants, in their simplest sense, are materials that reduce the surface strain of a liquid [16]. During its use, it condenses at the point where water and air meet and increases the efficiency of extraction studies by reducing the surface tension. Surfactants are chemical compounds formed in hydrophilic and hydrophobic parts that affect the surface tension when dissolved in water.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Reagents and chemicals

All substances used in the studies were of analytical grade. In this context, no advanced purification techniques were needed. A stock solution of histamine (100 mg L⁻¹) was prepared by dissolving a suitable quantity of its dihydrochloride (Sigma, St. Louis, MO, USA) in water. Stock solution was stored in the fridge at 4 °C. All experimental solutions for histamine were

prepared by successive dilutions of this stock solution. A 3 (w/v) % solution of the non-ionic surfactant Tergitol was prepared from its stock solution (Sigma). As dispersive solvents, ethanol (Sigma), methanol (Sigma), heptanol (Merck, Darmstadt, Germany) and octanol (Merck) were tested. pH 8.5 buffer solution was prepared from sodium borate buffer.

2.2. Apparatus

A aquatic purification organization (Labconco, Kansas City, USA) was recycled to obtain ultra-pure water. The amount of histamine in the solution obtained after the DLPE method was determined using a spectrophotometer (Shimadzu UV-1800, Kyoto, Japan). A sonication bath (UCS-10 model, South Korea) was used in the preparation and extraction step of processed meat products. pH adjustment of the solutions was achieved with a JP Selecta brand pH meter (Barcelona, Spain). A centrifuge (Hettich model, London, England) was used to improve phase separations.

2.3. Sampling and sample preparation

The developed DLPE method was applied to processed meat products from local markets and markets in Sivas, Türkiye. These products are sausage, salami and jambon. Additionally, validation of the method is tested using reference material include T27176QC material-canned fish. The sample preparation periods applied for the collected samples are as follows. First, processed meat (5 g) and reference material (1 g) were carefully weighed and poured into conical tubes containing 20 mL of 5% trichloroacetic acid. After the cylinders were vortexed for approximately 2 min, the cylinders were located in a sonication bath to break down the proteins in their structure and sonication was applied for 10 min at 40 °C. After the sonication step, the tubes were centrifuged at 4000 rpm for 5 min and the resulting solution was filtered through a membrane filter. Finally, the developed DLPE method was applied to the obtained solution. All experimental steps were carried out in triplicate.

2.4. Developed DLPE method

The investigational steps of the DLPE method for the extraction of histamine in the prepared food samples were as follows. First, 10 mL of the arranged food samples was spiked to the centrifuge tubes, and then 100 µg L⁻¹ histamine solution was added to them. The pH of the resulting solution was attuned to pH 8.5 using 0.5 M sodium borate buffer solution. Then, 2.5 mL of 3% (w/v) Tergitol, a non-ionic surfactant that will extract histamine from the sample solution, was added. In order to ensure acceptable and reliable extraction, effective distribution of Tergitol added to the solution in the sample solution is necessary. To achieve this event, 1.25 mL of heptanol was quickly vaccinated into the solution with a microsyringe. Then, the tubes were placed in the ultrasonic bath and sonication was performed for 3 min at 35 °C. At this step, the cloudy solution passed into the heptanol phase. Then, the lower aqueous phase was withdrawn by syringe separation and the thick phase was transferred to the micro-cuvettes of the spectrophotometer and spectrophotometric quantities were carried out at 322 nm. All experimental periods were carried out in triplicate.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Effect of pH sample solution

In DLPE studies, the pH of the environment where the analyte is located is the first parameter that must be optimized to ensure the appropriate interaction between the extraction solvent and the analyte. In this context, the influence of the pH of the example solution on the extraction efficiency (E.E%) of histamine was examined in the pH range of 2-8. The experimental data obtained is given in Figure 1. The results showed that adjusting the pH to 4.5 was sufficient for effective extraction of histamine into the extraction solvent. In this regard, the pH of the example solution was used to pH 4.5 with sodium borate buffer and used in future experiments.

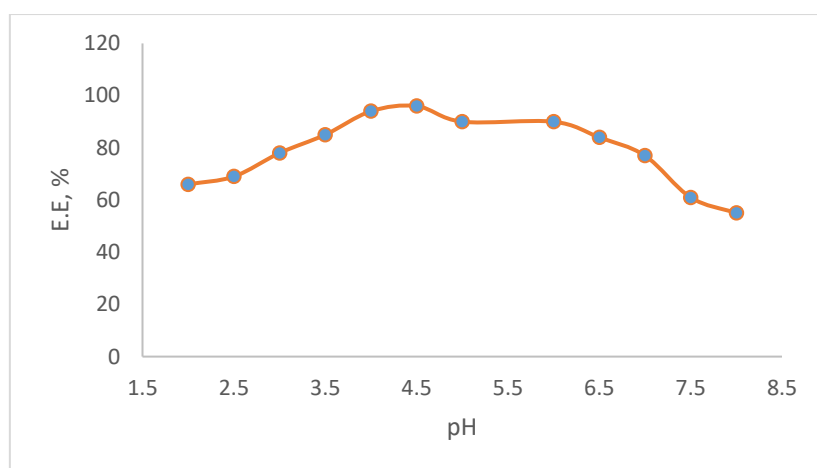


Figure 1. Effect of pH of example solution on the E.E% of histamine

3.2. Effect of extraction solvent volume

The extraction solvent to be recycled in DLPE studies is preferred to be cheap, green, selective and easily effective. In this context, the use of non-ionic surfactants is especially common in these studies. In this study, Tergitol, a non-ionic surfactant, was selected as the extraction solvent. The amount of tergitol must be optimized to ensure quantitative grinding and therefore acceptable analytical results. While insufficient Tergitol addition to the sample solution cannot ensure complete extraction of hisamine, excessive Tergitol addition causes an increase in the final phase and, accordingly, the preconcentration factor decreases. Based on these facts, the effect of Tergitol volume on histamine recovery was examined in the 0-5 mL volume range. The data are given in Figure 2. Especially the low E.E% in the absence of Tergitol indicates the requirement of the method for Tergitol. It has been shown that the addition of 2.5 mL Tergitol is sufficient to obtain quantitative E.E%. For this reason, 1.25 mL of 3% (w/v) Tergitol was used in further experiments.

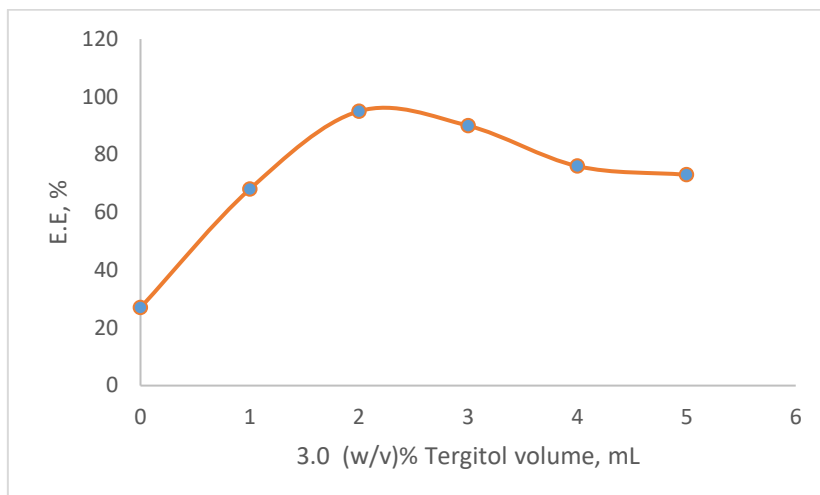


Figure 2. Effect of volume of Tergitol on the E.E% of histamine

3.3. Effect of dispersive solvent type and volume

The type of dispersive solvent to be used to effectively disperse the extraction solvent into the sample solution as microspheres and therefore to extract the target analytical into these spheres has a key role. In this study, ethanol, methanol, heptanol and octanol were examined as dispersive solvents. Based on the results in Figure 3, the most suitable dispersive solvent heptanol was selected. Then, the influence of the volume of this selected disperse solvent on the E.E% of histamine was examined in the range of 0-2 mL. The actual results are presented in Figure 4.

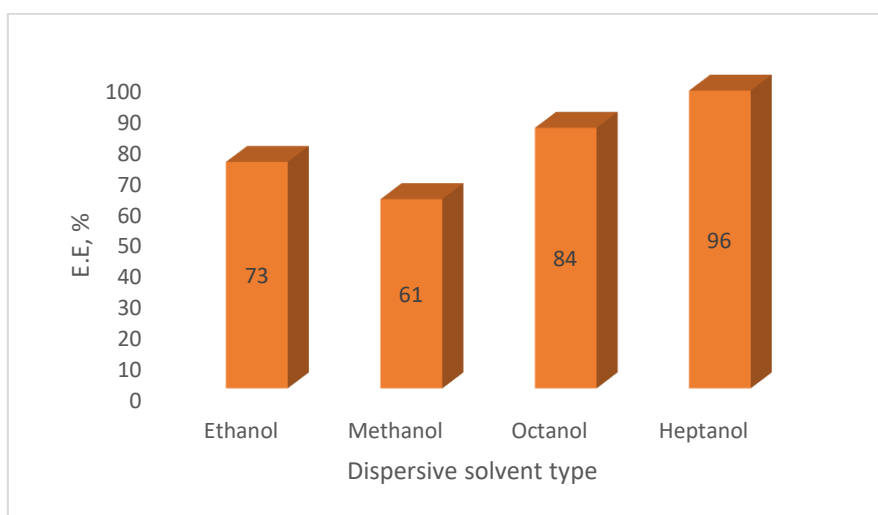


Figure 4. Effect of dispersive solvent kind on the E.E % of histamine

The results presented that the addition of 1.25 mL of heptanol to the sample solution was sufficient to achieve quantitative phase separations (see Figure 5). For these reasons, 1.25 mL heptanol was used as dispersing solvent in subsequent studies.

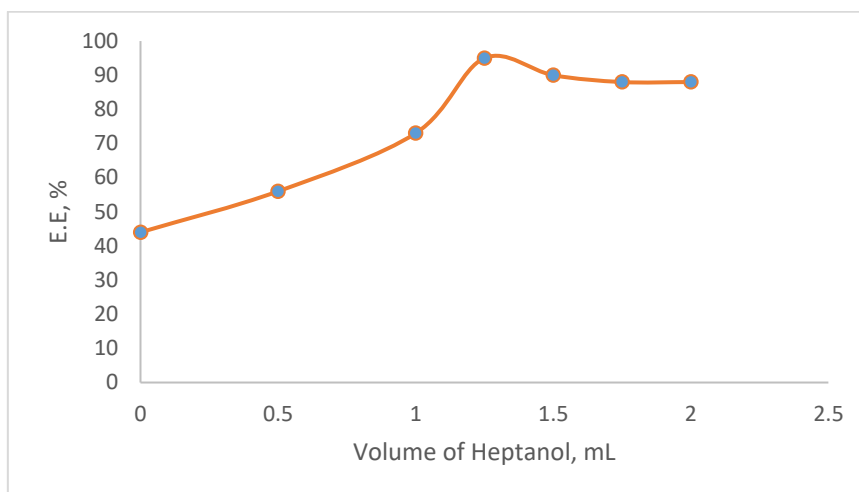


Figure 5. Effect of volume of heptanol on the E.E % of histamine

3.4. Effect of extraction temperature

In studies using surfactants are used as extraction solvents, a heating step is necessary to increase the activity of the extraction solvent. Because there is a serious temperature in surfactants and this temperature is the lowest temperature required for surfactants to form micelles. Below these temperatures, surfactants are in monomer form and are not used for phase separation. However, when heated to very high temperatures, surfactant decomposition may occur. Based on this information, the influence of extraction temperature on the E.E% of histamine was examined in the range of 25-50 °C. The results in Figure 6 show that an extraction temperature of 35 °C is sufficient for quantitative phase separation of histamine. For these reasons, in subsequent experiments, the solutions were heated to 35 °C.

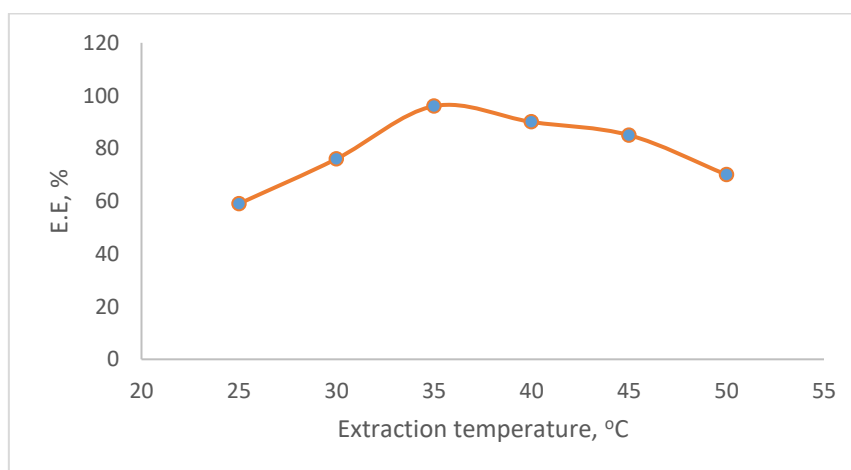


Figure 6. Effect of extraction temperature on the E.E % of histamine

3.5. Effect of sonication time

Sonication is preferred, especially in extraction studies using dispersive solvents. Because sonication accelerates the dispersion of the dispersed solvent in the example solution. For this reason, the sonication time to be applied must be optimized. In this regard,, the effect of

sonication time on the E.E% of histamine was examined at intervals of 0-10 min. The results in Figure 7 show that 3 min of sonication is sufficient. For this reason, sonication time of 3 min was used in subsequent experiments.

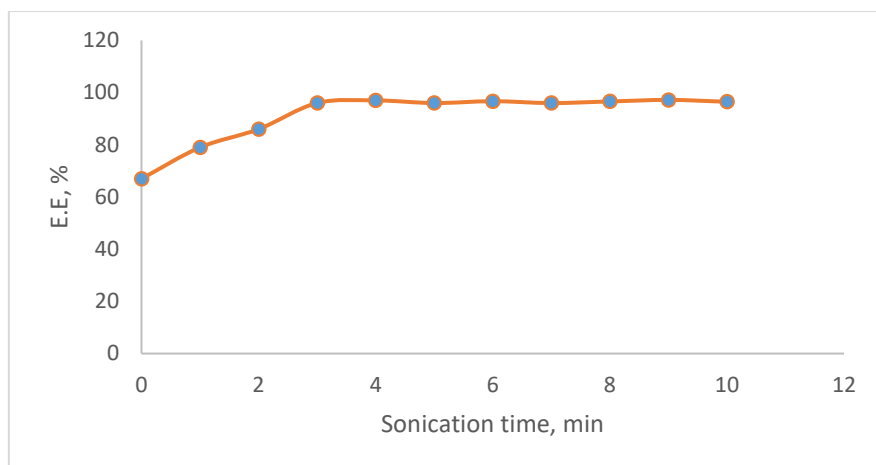


Figure 7. Effect of sonication time on the E.E % of histamine

3.6. Validation study

After completing the optimization phase, the analytical parameters of the DLPE method were determined. These were working range, quantification limit (LOQ, $10S_{\text{blank}}/m$), detection limit (LOD, $3S_{\text{blank}}/m$), enrichment factor (EF), relative standard deviation (RSD) and recovery. All studies were carried out with in different amounts of standard histamine added to model solutions. Working range of the DLPE method was $50\text{-}300 \mu\text{g L}^{-1}$ for histamine. The method exhibited an EF of 86. The EF was planned from the ratio of the slopes of the calibration solutions obtained from the model solutions before and after the developed DLPE method. LOD and LOQ were $15 \mu\text{g L}^{-1}$ and $50 \mu\text{g L}^{-1}$, respectively. As a result of ten replicate analyzes carried out for $75 \mu\text{g L}^{-1}$ and $150 \mu\text{g L}^{-1}$ amounts of histamine in the working range, the RSD was 1.5% and 2.1%, respectively, and the recovery was higher than 95%. All results are presented in Table 1.

Table 1. Some analytical features of the developed DLPE method

Features	Optimal value
Working range, $\mu\text{g L}^{-1}$	50-300
LOD, $\mu\text{g L}^{-1}$	15
LOQ, $\mu\text{g L}^{-1}$	50
RSD, % for $75 \mu\text{g L}^{-1}$ and $150 \mu\text{g L}^{-1}$ of histamine	1.5 and 2.1
Recovery, % for $75 \mu\text{g L}^{-1}$ and $150 \mu\text{g L}^{-1}$ of histamine	95.1 and 97.6
EF	86

Before the analysis of real samples, the accuracy of the DLPE method was checked by analysis of reference material (T27176QC material-canned fish). The results in Table 2 showed that the amount of histamine obtained by the developed method was compatible with the reference value. It also showed that the experimental t-value was lower than the statistical t-value at the 95% confidence level.

Table 2. Analysis results of T27176QC material-canned fish (N=5)

Reference material	Reference amount, $\mu\text{g kg}^{-1}$	Found amount, $\mu\text{g kg}^{-1}$	Recovery, %	RSD, %
T27176QC material-canned fish	16.6 $\pm$ 0.9	16.1 $\pm$ 0.3	97.0	1.9

3.7. Matrix effect

Since the developed method is based on experimental studies on model solutions, different species in the structure of real samples may affect the extraction stage. Therefore, a matrix study was conducted. In this study, the species in Table 3 were spiked to the typical solutions in increasing concentrations and then the developed DLPE method was applied. In this study, tolerance limits were determined by comparing the histamine analytical signal in the absence of the enterprising strain with the histamine analytical signals when the enterprising strain was added. Here, it was calculated as the ratio of the quantity of the interfering types that caused a $\pm 5\%$ change in the analytical signal of histamine to the amount of histamine added. The data in Table 3 show that the method exhibits high selectivity for the matrix types studied. Additionally, obtaining low RSD ($\leq 3.1\%$) showed that the method exhibited good precision in the presence of matrix species.

Table 3. Applicability of the developed DLPE method to different matrix types

Matrix types	Tolerance limit	RSD, %
Ca(II)	750	2.4
Fe(II)	750	2.7
Citric acid	750	1.9
Nitrite	500	3.1
Hg(II)	500	2.8
Acrylamide	100	3.0
Pb(II)	100	2.5

3.8. Application of the developed DLPE method to meat samples

After comprehensive and detailed validation research were carried out, the applicability of the developed DLPE method was tested by applying it to processed food samples including sausage, salami and jambon. In the analysis of processed meat products, a recovery study was carried out by adding sample standard histamine. In this way, the accuracy of the developed DLPE method was investigated in the analysis of real samples. All results are presented in Table 4. The recovery and RSD values achieved from the examination of the samples were in the range of 91-98.6% and 1.6-2.5%, respectively. The highest content of histamine was detected in salami (88.5 $\mu\text{g kg}^{-1}$).

Table 4. The analysis data of histamine in real foodstuffs (N= 3)

Meat products	Spiked, μg	Found, $\mu\text{g kg}^{-1}$	RSD, %	Recovery, %
Sausage	-	61.9	2.2	-
	70	125.6	2.5	91.0
Salami	-	88.5	1.9	-
	70	156.1	1.6	96.5

Jambon	-	44.7	2.5	-
	70	113.7	2.1	98.6

4. CONCLUSIONS

The present research described a dispersive liquid phase extraction (DLPE) method for the selective and sensitive extraction of histamine from processed meat products. The DLPE method is based on the extraction of histamine to Tergitol, a non-ionic surfactant, with the help of heptanol at pH 8.5. Since the developed DLPE method uses cheap and environmentally friendly chemicals, it is an alternative to studies using organic solvents. In addition, the low LOQ and high EF values obtained from the method were significant advantages of the DLPE method. The use of the spectrophotometer, which is a fast and cheap device that does not require expert users, especially in the determination step, makes the method an alternative to expensive techniques. The method showed low matrix efficiency. In addition, good sensitivity was achieved for runs on meat samples (with RSD in the range of 1.9–2.5%) and acceptable recoveries ($\geq 91\%$) were achieved. All these results showed that the developed DLPE method can be successfully applied for the extraction and analysis of histamine.

REFERENCES

- [1] Wójcik, W., Łukasiewicz, M., & Puppel, K. (2021). Biogenic amines: formation, action and toxicity—a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(7), 2634-2640.
- [2] Kamal, G. M., Zubairi, W., Uddin, J., Hashmi, M. I. U., Khalid, M., & Shabir, A. (2022). Biogenic Amines. In *Handbook of Plant and Animal Toxins in Food* (pp. 411-432). CRC Press.
- [3] Durak-Dados, A., Michalski, M., & Osek, J. (2020). Histamine and other biogenic amines in food. *Journal of Veterinary Research*, 64(2), 281-288.
- [4] Koutsoumanis, K., Tassou, C., & Nychas, G. J. (2009). Biogenic amines in foods. *Pathogens and toxins in foods: Challenges and interventions*, 248-274.
- [5] Biji, K. B., Ravishankar, C. N., Venkateswarlu, R., Mohan, C. O., & Gopal, T. S. (2016). Biogenic amines in seafood: a review. *Journal of food science and technology*, 53, 2210-2218.
- [6] Torre, R., Costa-Rama, E., Lopes, P., Nouws, H. P., & Delerue-Matos, C. (2019). Amperometric enzyme sensor for the rapid determination of histamine. *Analytical Methods*, 11(9), 1264-1269.
- [7] Lerga, T. M., Skouridou, V., Bermudo, M. C., Bashammakh, A. S., El-Shahawi, M. S., Alyoubi, A. O., & O'Sullivan, C. K. (2020). Gold nanoparticle aptamer assay for the determination of histamine in foodstuffs. *Microchimica Acta*, 187, 1-9.
- [8] Gagic, M., Jamroz, E., Krizkova, S., Milosavljevic, V., Kopel, P., & Adam, V. (2018). Current trends in detection of histamine in food and beverages. *Journal of agricultural and food chemistry*, 67(3), 773-783.
- [9] Janči, T., Valinger, D., Kljusurić, J. G., Mikac, L., Vidaček, S., & Ivanda, M. (2017). Determination of histamine in fish by Surface Enhanced Raman Spectroscopy using silver colloid SERS substrates. *Food Chemistry*, 224, 48-54.
- [10] Jayasinghe, G. D. T. M., Jinadasa, B. K. K. K., Pohl, P., & Abdelkarim, A. (2022). Critical review on microextraction techniques used in determination of histamine in food samples. *Discover Food*, 2(1), 8.

- [11] Gao, F., Grant, E., & Lu, X. (2015). Determination of histamine in canned tuna by molecularly imprinted polymers-surface enhanced Raman spectroscopy. *Analytica chimica acta*, 901, 68-75.
- [12] Cohen, G., Rudnik, D. D., Laloush, M., Yakir, D., & Karpas, Z. (2015). A novel method for determination of histamine in tuna fish by ion mobility spectrometry. *Food analytical methods*, 8, 2376-2382.
- [13] Altunay, N., Gürkan, R., & Tetik, M. (2016). A new atomic absorption-based method development for indirect determination of histamine in fish samples, dairy products, and alcoholic beverages by flame AAS. *Analytical Methods*, 8(25), 5142-5151.
- [14] Elik, A., Altunay, N., & Gürkan, R. (2019). Ultrasound-assisted low-density solvent-based dispersive liquid-liquid microextraction coupled to spectrophotometry for the determination of low levels of histamine in fish and meat products. *Food Analytical Methods*, 12, 489-502.
- [15] Nadeem, M., Naveed, T., Rehman, F., & Xu, Z. (2019). Determination of histamine in fish without derivatization by indirect reverse phase-HPLC method. *Microchemical Journal*, 144, 209-214.
- [16] De, S., Malik, S., Ghosh, A., Saha, R., & Saha, B. (2015). A review on natural surfactants. *RSC advances*, 5(81), 65757-65767.

FOTODİNAMİK TERAPİ İÇİN GENETİK OLARAK TASARLANMIŞ FOTOSENSİTİZERLER

Yüksek Lisans Öğrencisi, Bahtinur İSPAHI

Atatürk Üniversitesi, bahtinur.ispahi18@ogr.atauni.edu.tr - 0000-0002-8135-3742

Doç. Dr. Yağmur ÜNVER

Atatürk Üniversitesi, yunver@atauni.edu.tr - 0000-0003-1497-081X

ÖZET

Fotodinamik terapi (Photodynamic therapy; PDT)'nin keşfi yüz yıldan daha öncesine dayanmaktadır. O zamandan beri kanser ve çeşitli malign olmayan hastalıklar üzerinde iyi çalışılmış bir terapi yöntemi olmuştur. PDT belirli bir dalga boyunda ışıkla aktive olan fotosensitizerler tarafından moleküler oksijenin yüksek derecede sitotoksik reaktif oksijen türlerine (ROS) dönüştürülmesi prensibine dayanmaktadır. PDT üç temel bileşenin fotokimyasal etkileşimini içerir. Bu bileşenler; ışık, fotosensitizer (ışığa duyarlılaştırıcı-PS) ve moleküler oksijendir. PDT'de en yaygın olarak kimyasal bazlı fotosensitizerler kullanılmaktadır. Bugüne kadar klinik kullanım için onaylanmış kimyasal fotosensitizerlerin çoğu porfirinler, klorinler ve bunların türevleridir. Kimyasal fotosensitizerler normal dokuda birikerek spesifik olmayan toksisiteye neden olabilmektedir. Bunların aksine genetik olarak kodlanmış fotosensitizerler, belirli hücresel bölmelere (hücre zarı, mitokondri, çekirdek) ve hücre tiplerine spesifik olarak hedeflenebilir. Ayrıca genetik olarak kodlanmış fotosensitizerlerin ifadesi, belirli hücre tiplerinde seçici ekspresyona izin veren spesifik promotörler tarafından kontrol edilebilir. Şimdiye kadar farklı floresan protein ailelerinden tanımlanmış olan genetik olarak kodlanmış çeşitli fotosensitizerler elde edilmiştir. Bu fotosensitizerler genellikle farklı kromoforlara sahip GFP (Green fluorescent protein: Yeşil floresan protein) ve LOV (Light-oxygen-voltage: Işık-oksijen-voltaj) ailesinden türetilmişlerdir. KillerRed, miniSOG, EcFbFp, SuperNova, mKate2 ve TagRFP yaygın olarak kullanılan genetik olarak tasarlanmış fotosensitizerlerdir. Literatürde son yıllarda lösemi, meme, akciğer ve kolon kanseri tedavilerinde fotosensitizerlerin kullanıldığı fotodinamik terapi çalışmalarının yer aldığı görülmektedir. Bu çalışmada PDT için genetik mühendisliği aracılığıyla geliştirilen fotosensitizerler ve kullanımları tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Fotodinamik terapi, fotosensitizer, genetik mühendisliği

1. GİRİŞ

Fotodinamik terapi (PDT), 1970’li yılların sonundan beri tümör tedavisi için ilgi çekici bir terapi yöntemi haline gelmiştir (Jiang et al., 2023). Malign tümörlerin tedavisinde radyasyon veya kemoterapiye kıyasla umut verici bir alternatiftir (Yuan et al., 2019). Fotodinamik terapi için üç temel unsur gereklidir. Bunlar bir fotosensitizer (ışığa duyarlılaştırıcı-PS), kıızılötesi veya görünür ışık ve oksijendir (Suzanne Nour El Din, 2016). Belirli bir dalga boyundaki ışıkla hedef dokudaki fotosensitizeri aktive ederek hücrelerde singlet oksijen ($^1O_2$), hidrojen peroksit ve hidroksil radikalleri gibi reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşmasına neden olan bir terapi stratejisidir. Oluşan ROS molekülleri nekroz veya apoptoz yoluyla kanser hücrelerinin ölümüne neden olabilmektedir. Ayrıca anti-anjiyogenez etkisi ile tümör vaskülatürünü tahrip edebilmesinin yanı sıra tümör hücrelerini tanımak, izlemek ve etkisiz hale getirmek için konakçı bağışıklık sistemini uyarmak da dahil olmak üzere farklı mekanizmalarla tümörleri yok edebilir (Ni et al., 2023). Hücrelerin farklı ölüm mekanizmalarını belirleyen değişik parametreler vardır. Bunlar; PS'nin türü ve dozu, PS'nin hücre içindeki lokalizasyonu, gönderilen ışığın dozu ve hücredeki moleküler oksijen konsantrasyonudur. Kullanılan PS'nin dozu yüksek ise nekroz, düşük ise apoptoz indüklenebilmektedir (Park et al., 2017).

2. PDT’nin Mekanizması

Fotodinamik terapinin moleküler mekanizması ayrı ayrı toksik olmayan üç bileşene dayanmaktadır. Bunlar, fotosensitizer, uygun dalga boyunda ışık ve moleküler oksijendir (Kwiatkowski et al., 2018). Fotosensitizerin uygun dalga boyunda ışıkla uyarılmasının ardından iki tip reaksiyon oluşma olasılığı vardır. Tip I ve tip II reaksiyonları fotosensitizerin tipine ve hücre içindeki oksijen miktarına bağlı olarak gerçekleşir (Sobhani & Samadani, 2021). Tip I reaksiyonda uyarılmış haldeki PS, içeriğinde amino asit, lipid, protein, nükleotid ve vitamin olan oksitlenebilir substratlarla doğrudan etkileşime girerek elektron transferi reaksiyonu ile reaktif oksijen türleri (ROS) üretimine yol açar (Abrahamse & Hamblin, 2016; Wu et al., 2022). Tip II reaksiyonda ise uyarılan PS’den moleküler oksijene doğrudan enerji transferi gerçekleşir. Bunun sonucunda son derece güçlü oksitleyici özelliklere sahip singlet oksijen ($^1O_2$) oluşumu gerçekleşir (Kwiatkowski et al.,

2018). $^1\text{O}_2$, oksijen içeriği yüksek ortamlarda PDT için önemli bir sitotoksindir (Sai et al., 2021).

3. PDT'DE KULLANILAN FOTOSENSİTİZERLER

Fotosensitizerler fotodinamik terapi için temel unsurlardan biridir. Fotosensitizerlerde olması istenen ideal özellikler vardır. Bu moleküller tümör hücrelerinde birikmeli, yüksek kuantum verimine sahip olmalı, ışıkla uyarılmadığı sürece düşük aktivite göstermeli, hasta vücudundan hızlı bir şekilde elemine edilmeli ve amfipatik özellik göstermelidir (Correia et al., 2021). Malaşit yeşili, flöresein, eozin, Rose Bengal ve metilen mavisi gibi kimyasal bazlı fotosensitizerler PDT'de kullanılmışlardır. Ayrıca klinik kullanım için onaylanmış bazı kimyasal PS'ler de vardır. Bunlar genellikle porfirin, klorin veya kimyasal olarak bunların türevlerinden oluşmaktadır (Wojtovich & Foster, 2014). Ancak kimyasal bazlı PS'ler uygulanmasının ardından tümör dokusu dışındaki dokularda da birikerek spesifik olmayan toksisiteye yol açabilir. Bu durumun önüne geçebilmek için son yıllarda oldukça ilgi gören genetik olarak tasarlanmış fotosensitizerler daha seçici hedefleme için benzersiz bir yol sunmaktadır (Qi et al., 2012). KillerRed, miniSOG, EcFbFp, SuperNova, mKate2 ve TagRFP yaygın olarak kullanılan genetik olarak tasarlanmış fotosensitizerlerdir.

3.1. KillerRed

KillerRed dimerik yapıya sahip genetik olarak tasarlanmış ilk fotosensitizer peptittir ve Hidrozoan kromoproteini anm2CP'den tasarlanmıştır (Lin et al., 2016). KillerRed Gln65-Tyr66-Gly67 (QYG) kromoforuna sahiptir ve maksimum floresans uyarımı/emisyonu 585/610 nm'dir (Trewin et al., 2018). KillerRed'in sitotoksik etkisi, serbest radikaller ve hidrojen peroksit üretimine yol açan Tip I reaksiyonu ile aktivite göstermektedir (Suzanne Nour El Din, 2016). KillerRed ile ilgili araştırmalarda, hedef proteinlerin ışık kaynaklı inaktivasyonu, hedef hücre popülasyonlarının fotoablasyonu ve fizyolojik veya gelişimsel anormalliklerin indüksiyonu gibi birçok uygulama alanında faydalı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. (Ryumina et al., 2013). Ancak KillerRed proteini, biyolojik bir sistem içinde füzyon proteinlerinin yanlış katlanmasına ve yanlış lokalizasyonuna yol açabilecek olan dimerizasyon eğilimine sahiptir (Onukwufor et al., 2020). Yuan et al. (2019), yaptıkları bir çalışmada kronik miyeloid lösemi K562 hücreleri, akut monositik lösemi NB4 hücreleri ve akut monositik lösemi THP1 hücreleri üzerinde KillerRed aracılı fotodinamik terapinin

etkisini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuca göre hücrelere uygulanan ve uyarılan KillerRed'in lösemi hücrelerini etkili bir şekilde inaktive ettiğini göstermişlerdir.

KillerRed'in farklı hedefleme stratejileri de araştırılmıştır. Bunlar membran hedefli KillerRed, mitokondri hedefli KillerRed ve çekirdek hedefli KillerRed'dir. Bunun için KillerRed'in gen dizilimine, hedeflenecek hücresel bölümün sinyal dizisi eklenir ve hücresel aktiviteleri araştırılır (Liu et al., 2021). Farklı hücre bölümlerinde KillerRed aracılı oksidatif stres farklı moleküler olaylara ve hücre tepkilerine yol açmaktadır. Örneğin, kromatin hedefli KillerRed DNA hasarına ve hücre bölünmesinin geçici olarak engellenmesine neden olurken plazma membranı hedefli KillerRed'in etkili bir ışık kaynaklı hücre ölümüne neden olduğu gösterilmiştir. Mitokondri hedefli KillerRed ise kaspaz aracılı apoptozu indüklemektedir. (Ryumina et al., 2013)

Formella et al. (2018), membran hedefli KillerRed'i kullanarak zebra balığı üzerinde deney yapmışlardır. Zebra balığı motor nöronu (MN) hücrelerine MN'ye özgü bir promotörün kontrolünde olan ve membran hedefli KillerRed'i eksprese eden geni Tol2 aracılı transgenez yoluyla başarılı bir şekilde göndermiş ve transgenik zebra balığı üretimini gerçekleştirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar, uyarılan KillerRed ile MN'lerde ROS üretiminin gerçekleştiğini ve bu durumun MN dejenerasyonuna yol açtığını göstermiştir.

3.2. MiniSOG

MiniSOG, *Arabidopsis thaliana*'nın LOV (ışık-okijen-voltaj) alanından tasarlanmış, 106 amino asitlik küçük bir peptittir. Monomer yapıya sahip olan miniSOG'un kromoforu endojen kofaktör olan flavin mononükleotid (FMN)'dir (Gao et al., 2020).

MiniSOG uyarıldığı zaman, nükleik asitler ve proteinler de dahil olmak üzere çok çeşitli biyomolekülleri oksitleyebilen singlet oksijen üretimine yol açar (Zheng et al., 2023). Ayrıca uyarılmış miniSOG ürettiği singlet oksijen ile diaminobenzidin fotooksidasyonunu ve polimerizasyonunu indükler, bu da korelatif ışık ve elektron mikroskobu (CLEM) ile gözlemlenebilmektedir. MiniSOG uygulamaları arasında optik immünoteksiyon için yeni yöntemlerin geliştirilmesi ve hücrelerde protein-protein etkileşimlerini görüntülemek için yeni metotların geliştirilmesi de vardır. Ayrıca singlet oksijen fotosensitizasyonu kromofor

destekli ışık inaktivasyonu (CALI) tekniği ile yakın mesafedeki proteinlerin işlevine seçici olarak müdahale etmek için kullanılabilir (Buckley et al., 2015).

Ryumina et al. (2013), yaptıkları bir çalışmada plazma zarı, mitokondri ve kromatin (histon H2B) hedefli miniSOG peptitlerini HeLa Kyoto hücre hattında ifade ettirmişlerdir. Ardından hücre içerisinde üretilmiş olan farklı hedefli miniSOG fotosensitizerlerini uyarmış ve hücrelerdeki fototoksisitelerini gözlemlemişlerdir. Mitokondri ve kromatin hedefli miniSOG peptitini ifade eden hücrelerde kaspaz 3 aktivasyonu görülürken, kromatin hedefli miniSOG’u ifade eden hücrelerde DNA hasarına bağlı olarak DNA onarım mekanizmasının aktivasyonu gözlenmiştir. Ancak *in vivo* deneylerde miniSOG’u uyarmak için gönderilen ışığın dokulara sınırlı nüfuz etmesinden dolayı tümörde önemli düzeyde fotoablasyonun oluşmadığı bildirilmiştir.

3.3. EcFbFp

EcFbFp, *Bacillus subtilis* fotoreseptörü olan YtvA’nın LOV alanından tasarlanmış ve *Escherichia coli* için kodon optimizasyonu yapılmış bir fotosensitizerdir (Bian et al., 2019; Raber et al., 2020). Tüm LOV tabanlı fotosensitizerler gibi kromofor olarak FMN’yi kovalent olmayan bir şekilde bağlar (Raber et al., 2020). Ayrıca EcFbFp’nin asidik pH’ya karşı dikkate değer bir tolerans gösterdiği bilinmektedir (Rupprecht et al., 2017). Raber et al. (2020), EcFbFp fotosensitizerini ve p28 peptitini füzyon olarak *E. coli* bakterisinde üretmiş ve insan akciğer kanseri hücre hattı olan A549 hücrelerine uygulamışlardır. P28 peptiti seçici olarak kanser hücrelerine nüfuz yeteneğine sahiptir. Elde ettikleri füzyon proteinde p28 hedefleme görevi görürken EcFbFp peptiti fotodinamik terapi için bir araç olarak kullanılmıştır. Azulitox olarak isimlendirilen füzyon proteinin, hücre içinde uyarıldığında, yüksek miktarda ROS üretimine neden olduğu bildirilmiştir. Yapılan bir başka çalışmada ise Rupprecht et al. (2017), FluBpH 5.7, FluBpH 6.1 ve FluBpH 7.5 olarak adlandırdıkları üç ayrı EcFbFp-EYFP füzyon proteini üretmişlerdir. FluBpH, pH için floresan biyosensörlerine verilen isimdir. Çalışmada elde edilen FluBpH 5.7, FluBpH 6.1 ve FluBpH 7.5 biyosensörlerinin *in vivo* uygulanabilirliğinin belirlenmesi için *E. coli* bakterisinin asit stresi sırasında hücre içi pH değişimleri gözlenmiştir. Sonuç olarak, rekombinant olarak üretilen FluBpH 5.7’nin, düşük pH’ya bağlı olan veya düşük pH’tan etkilenen *in vivo* süreçleri incelemek için yeni bir yol sunduğu bildirilmiştir.

3.4. mKate2

mKate2, *Entacmaea quadricolor*'dan türetilen bir kırmızı floresan bir proteindir. Vuletic et al. (2015), yaptıkları bir çalışmada meme kanserinin tespiti ve tedavisini incelemek için mKate2 peptidini kodlayan diziyi meme kanseri hücre hattı olan MDA-MB-435 hücrelerine gönderip ekspresyonunu sağlamışlardır. Hücrelerin mKate2'yi başarılı bir şekilde ifade ettiğini doğruladıktan sonra bu yapıyı, farelerde in vivo görüntüleme yaklaşımı ile meme kanserinin tespiti için kullanmıştır. In vivo deney sonuçlarına göre, MDA-MB-435s - mKate2 hücreleri ile farelerde tümör gelişiminin ve tedavinin erken aşamalarının tespit edilmesinin mümkün olacağı bildirilmiştir. Ayrıca MDA-MB-435s-mKate2 hücre dizisinin gelecekteki çalışmalar için mükemmel bir hücre modeli olarak kullanılabileceği de ifade edilmiştir.

3.5. TagRFP

TagRFP, TurboRFP'de üretilen ve Met63-Tyr64-Gly65 (MYG) kromoforuna sahip kırmızı bir floresan proteindir. Tip II mekanizması yolu ile fototoksisite göstermektedir. (Trewin et al., 2018). Ruiz-González et al. (2012), yaptıkları bir çalışmada TagRFP fotosensitizerini E. coli BL21 bakterisinde üretmişlerdir. Bu deney için bakterilere TagRFP dizisi içeren ve içermeyen plazmitler gönderilmiş ve protein üretimi sağlanmıştır. Ardından bakteri grupları 532 nm dalga boyunda CW lazer ile uyarılmıştır. Burada TagRFP içeren bir grup uyarılmayarak diğer gruplarla karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuca göre, TagRFP dizisi içermeyen plazmiti taşıyan ve TagRFP dizisi içeren plazmiti taşıyan, fakat uyarılmayan bakteri grubunun canlılığında önemli ölçüde bir düşüş gözlenmezken, TagRFP dizisi içeren plazmiti taşıyan bakterilerin uyarılmasının ardından hücre popülasyonunda önemli ölçüde azalma gözlenmiştir. Ayrıca TagRFP fotohasasının bakterilerin iç membranında meydana geldiği bildirilmiştir (Ruiz-González et al., 2013).

3.6. SuperNova

SuperNova, KillerRed'den geliştirilmiş olan bir floresan proteindir. KillerRed ile aynı optik ve fototoksik özelliklere sahiptir. Ancak SuperNova monomerik olarak tasarlanmıştır. Gln65-Tyr66-Gly67 (QYG) kromoforuna sahip olan SuperNova hücre ablasyonu ve CALI tabanlı yaklaşımlarda oldukça etkilidir (Trewin et al., 2018). Yapılan araştırmalar

SuperNova'nın KillerRed'e göre daha yüksek singlet oksijen kuantum verimine sahip olduğunu göstermektedir (Lee, 2022).

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Genetik olarak tasarlanmış fotosensitizerlerin elde edilmesiyle birlikte PDT'de büyük bir ilerleme kaydedilmiştir. Özellikle hedefleme stratejileri açısından büyük bir öneme sahip olan bu küçük peptitler, aynı zamanda kanser hücrelerine nüfuz yeteneğine sahip peptitlerle birlikte füzyon olarak üretildiği zaman daha yüksek antikanser etki göstermektedir. Yukarıda da bahsedildiği üzere fotosensitizer peptitler kanser terapisinin yanı sıra görüntüleme teknikleri alanında da oldukça ilgi görmektedir. İlerleyen süreçlerde fotosensitizer peptitlerin PDT'de yaygın bir kullanıma sahip olacağı söylenebilir.

KAYNAKÇA

- [1] Abrahamse, H., & Hamblin, M. R. (2016). New photosensitizers for photodynamic therapy. *Biochemical Journal*, 473(4), 347–364. <https://doi.org/10.1042/BJ20150942>
- [2] Bian, L., Zhang, Z., Tang, R. xing, Shen, W., & Ma, L. xin. (2019). Flavin-Based Fluorescent Protein EcFbFP Auto-Guided Surface Display of Methyl Parathion Hydrolase in Escherichia coli. *Molecular Biotechnology*, 61(11). <https://doi.org/10.1007/s12033-019-00204-3>
- [3] Buckley, A. M., Petersen, J., Roe, A. J., Douce, G. R., & Christie, J. M. (2015). LOV-based reporters for fluorescence imaging. In *Current Opinion in Chemical Biology* (Vol. 27). <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2015.05.011>
- [4] Correia, J. H., Rodrigues, J. A., Pimenta, S., Dong, T., & Yang, Z. (2021). Photodynamic therapy review: Principles, photosensitizers, applications, and future directions. *Pharmaceutics*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13091332>
- [5] Formella, I., Svahn, A. J., Radford, R. A. W., Don, E. K., Cole, N. J., Hogan, A., Lee, A., Chung, R. S., & Morsch, M. (2018). Real-time visualization of oxidative stress-mediated neurodegeneration of individual spinal motor neurons in vivo. *Redox Biology*, 19. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2018.08.011>
- [6] Gao, L. P., Wu, Y. Z., Xiao, K., Yang, X. H., Chen, D. D., Shi, Q., & Dong, X. P. (2020). Generation and characterization of two strains of transgene mice expressing chimeric

- MiniSOG-MusPrP. *Journal of Neuroscience Methods*, 341. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2020.108764>
- [7] Jiang, W., Liang, M., Lei, Q., Li, G., & Wu, S. (2023). The Current Status of Photodynamic Therapy in Cancer Treatment. In *Cancers* (Vol. 15, Issue 3). <https://doi.org/10.3390/cancers15030585>
- [8] Kwiatkowski, S., Knap, B., Przystupski, D., Saczko, J., Kędzierska, E., Knap-Czop, K., Kotlińska, J., Michel, O., Kotowski, K., & Kulbacka, J. (2018). Photodynamic therapy – mechanisms, photosensitizers and combinations. In *Biomedicine and Pharmacotherapy* (Vol. 106). <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.07.049>
- [9] Lee, W. (2022). Molecular Basis for the Difference in Singlet Oxygen Quantum Yield Between the First Genetically Encoded Photosensitizer, KillerRed, and its Monomeric Counterpart, SuperNova. *ChemistrySelect*, 7(38). <https://doi.org/10.1002/slct.202202669>
- [10] Lin, Q., Sha, S., Yang, F., Jin, H., & Zhang, Z. (2016). KillerRed protein based in vivo photodynamic therapy and corresponding tumor metabolic imaging. *Journal of Innovative Optical Health Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.1142/S1793545816400010>
- [11] Liu, J., Wang, F., Qin, Y., & Feng, X. (2021). Advances in the genetically engineered killerred for photodynamic therapy applications. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 22, Issue 18). <https://doi.org/10.3390/ijms221810130>
- [12] Ni, J., Yin, X., Liao, S., Cai, M., Zhu, R., Fu, T., Du, Y., Kong, J., Zhang, Y., Qu, C., & Dong, X. (2023). Antitumor Effect of Photodynamic Therapy/Sonodynamic Therapy/ Sono-Photodynamic Therapy of Chlorin e6 and Other Applications. In *Molecular Pharmaceutics* (Vol. 20, Issue 2). <https://doi.org/10.1021/acs.molpharmaceut.2c00824>
- [13] Onukwufor, J. O., Trewin, A. J., Baran, T. M., Almast, A., Foster, T. H., & Wojtovich, A. P. (2020). Quantification of reactive oxygen species production by the red fluorescent proteins KillerRed, SuperNova and mCherry. *Free Radical Biology and Medicine*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2019.12.008>
- [14] Park, C. K., Kim, Y. H., Hwangbo, S., & Cho, H. (2017). Photodynamic therapy by conjugation of cell-penetrating peptide with fluorochrome. *International Journal of Nanomedicine*, 12. <https://doi.org/10.2147/IJN.S148332>
- [15] Qi, Y. B., Garren, E. J., Shu, X., Tsien, R. Y., & Jin, Y. (2012). Photo-inducible cell ablation in *Caenorhabditis elegans* using the genetically encoded singlet oxygen

- generating protein miniSOG. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(19). <https://doi.org/10.1073/pnas.1204096109>
- [16] Raber, H. F., Heerde, T., El Din, S. N., Flaig, C., Hilgers, F., Bitzenhofer, N., Jäger, K. E., Drepper, T., Gottschalk, K. E., Bodenberger, N. E., Weil, T., Kubiczek, D. H., & Rosenau, F. (2020). Azulitox-A *Pseudomonas aeruginosa* P28-Derived Cancer-Cell-Specific Protein Photosensitizer. *Biomacromolecules*, 21(12). <https://doi.org/10.1021/acs.biomac.0c01216>
- [17] Ruiz-González, R., White, J. H., Agut, M., Nonell, S., & Flors, C. (2012). A genetically-encoded photosensitizer demonstrates killing of bacteria by purely endogenous singlet oxygen. *Photochemical and Photobiological Sciences*, 11(9). <https://doi.org/10.1039/c2pp25126d>
- [18] Ruiz-González, R., White, J. H., Cortajarena, A. L., Agut, M., Nonell, S., & Flors, C. (2013). Fluorescent proteins as singlet oxygen photosensitizers: mechanistic studies in photodynamic inactivation of bacteria. *Reporters, Markers, Dyes, Nanoparticles, and Molecular Probes for Biomedical Applications V*, 8596. <https://doi.org/10.1117/12.2000695>
- [19] Rupprecht, C., Wingen, M., Potzkei, J., Gensch, T., Jaeger, K. E., & Drepper, T. (2017). A novel FbFP-based biosensor toolbox for sensitive in vivo determination of intracellular pH. *Journal of Biotechnology*, 258. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2017.05.006>
- [20] Ryumina, A. P., Serebrovskaya, E. O., Shirmanova, M. V., Snopova, L. B., Kuznetsova, M. M., Turchin, I. V., Ignatova, N. I., Klementieva, N. V., Fradkov, A. F., Shakhov, B. E., Zagaynova, E. V., Lukyanov, K. A., & Lukyanov, S. A. (2013). Flavoprotein miniSOG as a genetically encoded photosensitizer for cancer cells. *Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects*, 1830(11). <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2013.07.015>
- [21] Sai, D. L., Lee, J., Nguyen, D. L., & Kim, Y. P. (2021). Tailoring photosensitive ROS for advanced photodynamic therapy. In *Experimental and Molecular Medicine* (Vol. 53, Issue 4). <https://doi.org/10.1038/s12276-021-00599-7>
- [22] Sobhani, N., & Samadani, A. A. (2021). Implications of photodynamic cancer therapy: an overview of PDT mechanisms basically and practically. In *Journal of the Egyptian National Cancer Institute* (Vol. 33, Issue 1). <https://doi.org/10.1186/s43046-021-00093-1>

- [23] Suzanne Nour El Din. (2016). *Azurin (P28) fusion protein mediated photodynamic therapy in the treatment of malignant tumors*. University of Ulm.
- [24] Trewin, A. J., Berry, B. J., Wei, A. Y., Bahr, L. L., Foster, T. H., & Wojtovich, A. P. (2018). Light-induced oxidant production by fluorescent proteins. In *Free Radical Biology and Medicine* (Vol. 128). <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2018.02.002>
- [25] Wojtovich, A. P., & Foster, T. H. (2014). Optogenetic control of ROS production. In *Redox Biology* (Vol. 2, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.redox.2014.01.019>
- [26] Wu, C., Li, Y., Cheng, Z., Wang, P., Ma, Z., Liu, K., Cheng, Y., Zhou, Y., Lin, X., Shao, X., Yang, Y., Li, H., & Fang, L. (2022). Cell-penetrating riboflavin conjugate for antitumor photodynamic therapy. *Chinese Chemical Letters*, 33(9). <https://doi.org/10.1016/j.ccllet.2022.01.036>
- [27] Yuan, M., Liu, C., Li, J., Ma, W., Yu, X., Zhang, P., & Ji, Y. (2019). The effects of photodynamic therapy on leukemia cells mediated by KillerRed, a genetically encoded fluorescent protein photosensitizer. *BMC Cancer*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12885-019-6124-0>
- [28] Zheng, F., Zhou, X., Zou, P., & Yu, C. (2023). Genetically encoded photocatalytic protein labeling enables spatially-resolved profiling of intracellular proteome. *Nature Communications*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38565-8>

GLİOBLASTOMA İÇİN TERAPÖTİK STRATEJİLER

Yüksek Lisans Öğrencisi, Şeymanur SANCAKTUTAN

Atatürk Üniversitesi, seymanur.sancaktutan18@ogr.atauni.edu.tr - 0009-0000-9192-5794

Doç. Dr. Yağmur ÜNVER

Atatürk Üniversitesi, yunver@atauni.edu.tr - 0000-0003-1497-081X

ÖZET

Beyin tümörleri bulundukları konum nedeniyle insanlar için en zor tedavi edilen kanserlerden biridir. Bu kanserlerden biri olan glioblastoma multiform (GBM) yetişkinlerde görülen primer merkezi sinir sistemi (MSS) tümörlerinden en yaygın ve en ölümcül olanıdır. Bununla beraber uygulanan tedavilere rağmen neredeyse tüm hastalarda, tedavilerden sonra tümörün nüksettiği görülmektedir. GBM için uygulanan terapiler, bazı anatomik ve fizyolojik engeller sebebiyle sınırlı veya etkisiz olabilmektedir. Bu engellerin başında tümörün heterojen doğası, yüksek agresifliği, anatomik konumu ve kan beyin bariyeri (KBB) gelmektedir. GBM’li hastaların cerrahi, radyoterapi ve kemoterapi gibi geleneksel metotlarla tedavi edilmesinin yanı sıra, günümüzde kombinasyon terapileri, hedefe yönelik tedaviler, immünoterapi ve nano taşıyıcılarla terapi gibi modern metotlar da geliştirilmiştir. Geleneksel metotlar, modern metotlarla desteklenmektedir. Bu sayede tedavideki fizyolojik ve doğal engellerin aşılması ve tedavide daha etkin sonuçların alınması sağlanmaktadır. Bu çalışmada glioblastoma için yeni terapötik stratejiler tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Glioblastoma, terapötik stratejiler, kanser

1. GİRİŞ

Beyin tümörleri bulundukları konum nedeniyle insanlar için en zor tedavi edilen kanserlerden biridir. 2018 yılında dünyada 300.000’den fazla insana beyin kanseri teşhisi konmuştur (Shirvalilou et al., 2021). Glioblastoma multiform (GBM) yetişkinlerde görülen primer merkezi sinir sistemi tümörlerinden (CNS) en yaygın ve en ölümcül olanıdır. Ayrıca Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından IV. derece tanımlanan astrositomdur. GBM, merkezi

sinir sisteminde nöron hücrelerine destek sağlayan astrosit isimli hücrelerden meydana gelir. Bu hücreler sayıca nöronlardan ortalama 5 kat fazladır ve oldukça önemli hayati işlev görür. En önemli görevleri olan nöronlara besin sağlamanın yanı sıra kan beyin bariyerinin düzenlenmesi ve sinaptik iletimi de kolaylaştırır (Lim et al., 2023). GBM hastalarına tanı konulduktan sonra hayatta kalma süreleri ortalama 14,6 aydır. Uygulanan tedavilere rağmen neredeyse tüm hastalarda tümörün nüksettiği görülür. (Liu et al., 2023). Kötü prognoza ve yüksek mortaliteye sahip olmasıyla beraber yüksek oranda tedavi başarısızlığı ile sonuçlanan agresif bir beyin tümörüdür (Lim et al., 2023).

2. GLİOBLASTOMANIN GÜNCEL TEDAVİ DURUMU

Geçmişten bugüne kadar glioblastoma tedavisi için radyolojik ve cerrahi tekniklerden moleküler tekniklere kadar çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu yöntemler içerisinde cerrahi teknik hala en çok tercih edilen tedavi yöntemidir. Özellikle lokal olarak derinleşmiş ve zamanla çevre dokulara yayılan tümörleri cerrahi eksizyon ile temizlemek neredeyse imkansızdır. Tamamen temizlenemeyen tümör dokusundan dolayı hastaların neredeyse tamamında tümörün nüksettiği görülür (Liu et al., 2023).

GBM’li hastalarda mevcut standart tedavide ilk olarak tümör dokusunun maksimum ve güvenli cerrahi eksizyonu yapılmaktadır. Ardından altı hafta boyunca ciddi yan etki ve kötü prognoza rağmen eş zamanlı olarak kemoterapi ve radyoterapi uygulanmaktadır. Son olarak ise altı ay boyunca temozolomid (TMZ) oral olarak hastalara verilmektedir (Lim et al., 2023; Zhang et al., 2022).

3. GLİOBLASTOMA TEDAVİSİNDE BAŞLICA ENGELLER

Glioblastoma için uygulanan terapiler bazı anatomik ve fizyolojik engeller sebebiyle sınırlı veya etkisiz olabilmektedir. Bu engellerin en başında GBM tümörünün heterojen doğası ve yüksek agresifliği gelmektedir. Heterojen tümör kitlesi içerisinde farklı genetik değişikliklere sahip alanlar bulunabilmektedir. Bu durum ise çoğu zaman tekrarlayan GBM tümörlerinde başlangıçtaki tümörden farklı tümör dokusunun oluşmasına neden olmaktadır. Farklılık gösteren tümör dokularına ise aynı tedavinin uygulanması aynı tedavi başarısını göstermemektedir (Lim et al., 2023). Bunlara ek olarak tümör sınırlarının tam belli olmaması, tümörün çevre dokulara kolay bir şekilde yayılma eğiliminde olması ve cerrahi işlem sonrası oluşan nörolojik defisitler nedeniyle tümörün tamamen çıkarılması her zaman tercih

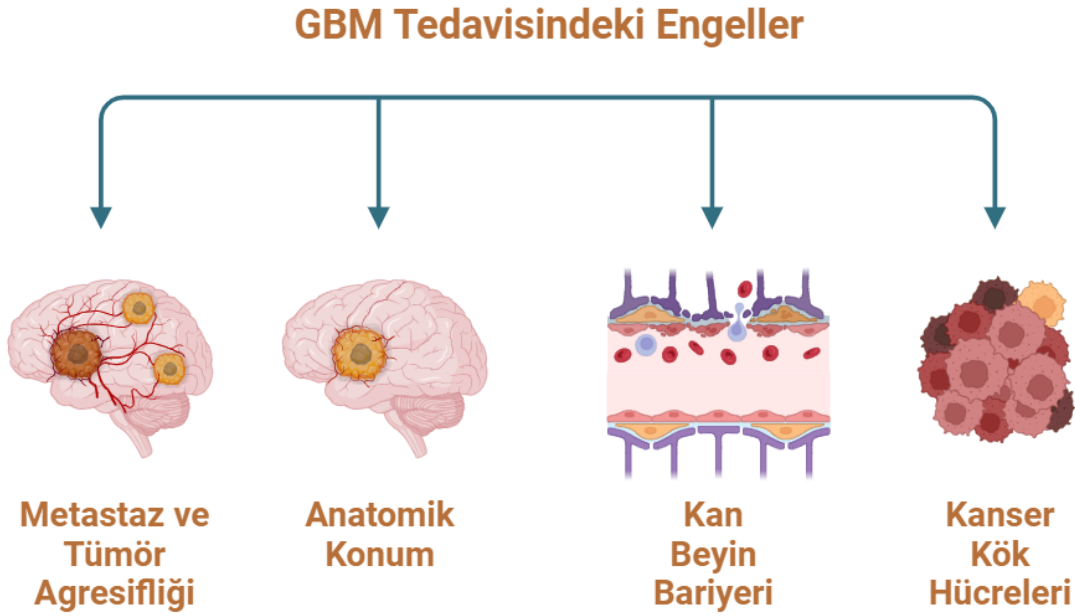
edilememektedir. Bu durum tümörün agresif doğası, radyoterapi ve kemoterapiye direnç göstermesiyle birleştiğinde tümörün tekrarlama riskine yol açmaktadır (Janjua et al., 2021).

Glioblastoma için uygulanan terapinin etkinliğinde tümörün anatomik konumu da önemlidir. Tümör beynin eğer çok hassas bir konumunda ise veya beynin derinlerinde ise cerrahi ile çıkarılması hastanın beyninde hasar bırakma riskini artırmaktadır (Liu et al., 2023).

Kan beyin bariyerinin (KBB) yüksek seçiciliği terapötik ilaçların beyne ulaşmasının önünde bir başka doğal engeldir. KBB, kan ve beyin arasındaki moleküllerin hareketini düzenleyen ve merkezi sinir sisteminin homeostazını ve korunmasını sağlayan aşılması en zor olan *in vivo* bariyerlerden biridir. Bu sayede merkezi sinir sistemini nörotoksik maddelerden korur. Bu engel sebebiyle birçok kemoterapötik ilaç beyindeki tümöre ulaşamaz ve terapötik etkinlik gösteremez. KBB'ye bu özelliğini kazandıran nöronlar, endotelial hücreler ve bağışıklık hücrelerinin karmaşık etkileşimleridir (Liu et al., 2023; Zhang et al., 2022).

Tüm bunların yanında GBM'nin tedavi edilebilirliğini ve klinik sonuçlarını etkileyen başka bir engel ise kanser kök hücrelerinin varlığıdır. Glioblastoma kök hücreleri (GSC'ler) tümör oluşumunda, büyümesinde ve tedaviye terapötik direnç oluşturmada önemli rol oynar. GSC'ler, proliferasyon, metastaz yapma ve anti inflamatuvar yanıtları baskılama gibi mekanizmalarla tümör agresifliğine katkıda bulunur (Naser et al., 2022).

GBM'nin anjiyogenik eğilimli olması da tedavide önemli bir engel oluşturur. Çünkü oluşan yeni kan damarları tümörün büyümesi ve beslenmesi için önemlidir (Lim et al., 2023).



Görsel 9. GBM Tedavisindeki Engeller, 2023

4. GLİOBLASTOMADA GELENEKSEL TEDAVİLER

Geleneksel tedaviler yeni tanı konulan GBM hastalarına, uygulanan ilk standart yaklaşımlardır. Bunlar cerrahi rezeksiyon, radyoterapi ve kemoterapidir (Li et al., 2023). Ancak bu tedavilerin sonucunda hastalarda genelde düşük hayatta kalma oranı, tümörün tekrar nüks etmesi ve yüksek yan etkiler görülebilmektedir (Kumari et al., 2023).

4.1. Cerrahi

GBM hastalarında tercih edilen ilk standart yaklaşım cerrahidir. İnvaziv ve metastaz özellikler gösteren tümörlerde maksimum güvenli cerrahi rezeksiyon önerilmektedir (Li et al., 2023). Beyin tümörlerinin çıkarılmasında beyin fonksiyonlarına kalıcı bir zarar verilmemesi ve tümörün maksimum miktarının temizlenebilmesi çok önemlidir. Bu doğrultuda görüntüleme sistemlerinin ve beyin haritalama tekniklerinin gelişmesiyle birlikte cerrahi aletlerin daha hassas ve doğru bir şekilde kullanımı sağlanmıştır (Yalamarty et al., 2023). (Haider et al., 2019) yaptıkları bir çalışmada yüksek dereceli gliomalarda floresans özellikte bir madde olan 5-

ALA'yı kullanarak yapılan ameliyatlarda tümörün daha geniş kapsamlı olarak çıkarıldığını göstermişlerdir.

4.2. Radyoterapi

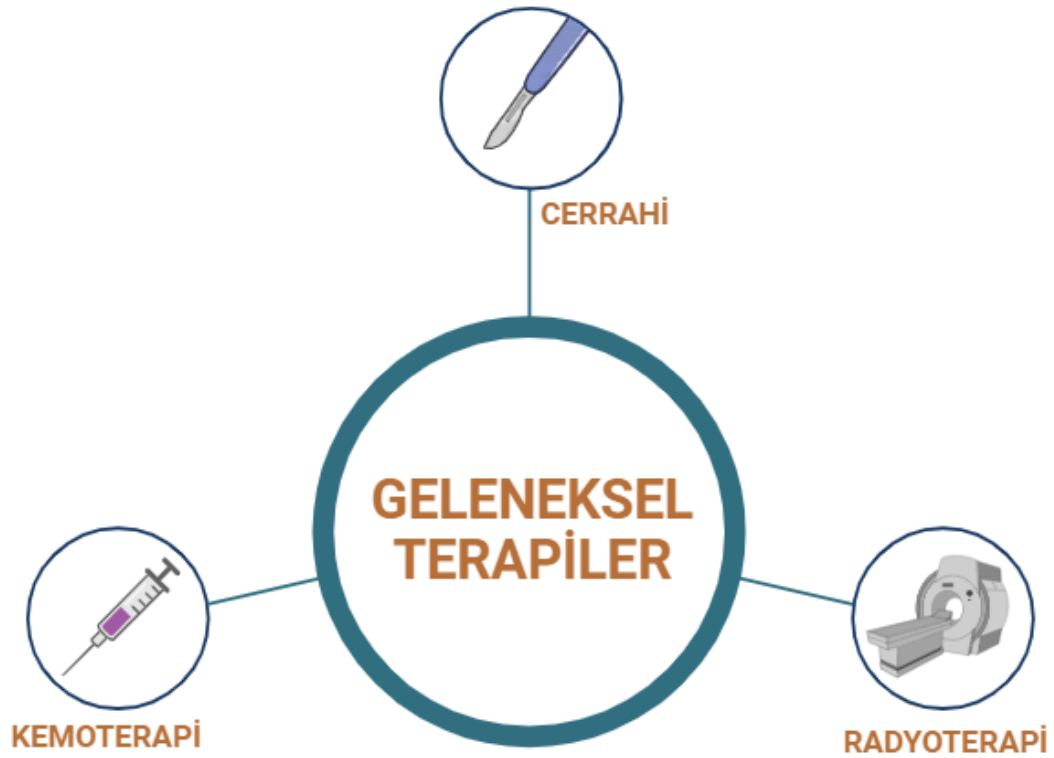
GBM hastalarında radyoterapi uzun zamandır adjuvan tedavi olarak kullanılmaktadır. Cerrahi rezeksiyonun ardından altı hafta boyunca radyasyon tedavisine (RT) eş zamanlı olarak temozolomid (TMZ) uygulanır. Aynı zamanda cerrahi rezeksiyonu mümkün olmayan GBM hastalarında birincil tedavi yaklaşımı olarak uygulanmaya devam edilmektedir (Naser et al., 2022). Glioblastoma tedavisi için radyasyon tedavisi lokal olarak uygulanır. Radyasyon hızlı bölünen kanser hücreleri üzerinde DNA zincirlerinde spesifik olmayan kırılmalara neden olur. (Fisher et. al.,) yaptıkları bir çalışmada glioblastoma hastalarında radyoterapiye eş zamanlı temozolomid ile tedavi edilen hastalarla karşılaştırıldığında tek başına radyoterapi alan hastalarda sağ kalım oranının daha düşük olduğu gözlenmiştir. (Walker et. al.,) yaptıkları bir çalışmada malign gliomalı hastalarda radyoterapi uygulamasının artan doza bağlı olarak hayatta kalma oranlarının arttığını gözlemlemiştir. Ayrıca GBM terapilerinde KBB ve kan beyin tümör bariyeri (KBTB) bariyerlerinin geçirgenliğini artırmada RT'nin etkili olduğu da gözlenmiştir (Qin et al., 1999).

4.3. Kemoterapi

Kemoterapi kanserli hücrelerin yok edilmesi için kimyasal ilaçların kullanıldığı kanserin ameliyattan sonraki ilk tedavisidir. Kemoterapötik ilaçlar kanserli hücrelerin büyümesini ve bölünmesini engellemeye çalışır, ancak sağlıklı hücreleri de zarar verebilirler. Bu ilaçlar ile uygulanacak olan tedavi tümörün tipine, boyutuna, metastaz durumuna aynı zamanda hastanın yaşı ve sağlık durumuna bakılarak farklı şekillerde uygulanabilir. Bazı durumlarda ileri derecede kanser oluşmamışsa tümörün büyümesini yavaşlatmak için veya ameliyat ve radyoterapiden sonra kalan kanser hücrelerinin temizlenmesi için kullanılabilir (Naser et al., 2022). Kemoterapi, intrakraniyal (kafatası içinde yer alan organların oluşturduğu dinamik basınç) tümör tedavilerinde en çok uygulanan adjuvan tedavilerden biridir. Literatürde çok sayıda çalışma ileri derecede gliomaları olan hastalarda, ameliyattan sonra uygulanan kemoterapinin faydalarını bildirmiştir (Liu et al., 2023).

GBM hastaları için kullanılmakta olan dört kemoterapi ilacı vardır. Temozolomid (TMZ), karmustin, lomustin ve siklofosfamid (CPA) (Kumari et al., 2023). Bunlardan ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) onaylı kemoterapötik bir ilaç olan TMZ , G2/M'de hücre döngüsünün durmasını indükler ve DNA alkilleyici ajan olarak görev yapar. TMZ, lipofilik bir ajandır ve kan beyin bariyerine (KBB) kolayca nüfuz edebilir ayrıca kanserli hücreleri seçici hedefleyebilir (Naser et al., 2022).

(Malmström et al.,) yaptıkları bir çalışmada yaşlı GBM hastalarına uygulanan TMZ kemoterapisinin radyoterapiye kıyasla daha etkili sonuçlar gösterdiğini bildirmiştir. Yalnızca TMZ uygulanan yaşlı GBM hastalarında, 60 Gy (radyasyon dozu) standart radyoterapi alan hastalara göre önemli ölçüde iyileşme göstermiştir. Kemoterapi alan hastaların genel sağkalımı 32 hafta iken radyoterapi alanların 24 hafta olduğu görülmüştür.



Görsel 10. Geleneksel Terapiler, 2023

5. GLİOBLASTOMADA MODERN TERAPİLER

5.1 Kombinasyon Terapileri

5.1.1. Kemoradyasyon

Çoğu primer kanser dokusunda yalnızca RT ile tedavi, bölgesel olarak spesifik etki gösterememesi dolayısıyla başarısız sonuçlar doğurur. Diğer yandan, bazı yaygın katı tümörlerde kemoterapi düşük etkinlik göstermektedir. Bunlardan yola çıkarak RT'nin kemoterapötik ajanlarla kombinasyonu son zamanlarda dikkat çekmeye başlamıştır. Klinikte katı tümörlerin tedavisinde kemoradyoterapi standart olarak kullanılmaktadır. Böylelikle, genel sağkalımın artması amaçlanmaktadır (Naser et al., 2022). Yeni tanı konulmuş yaşlı GBM hastalarında TMZ ile kısa süreli olarak RT etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada kemoradyasyon stratejisi tek başına uygulanan RT'ye kıyasla genel sağkalım oranında artışa sebep olmuştur (Stupp et al., 2005).

5.1.2 Manyetik Hipertermi

Hipertermi (HT), hastalıklı bir dokuda terapötik bir etkinin oluşması için normal vücut sıcaklığından daha yüksek sıcaklıklara maruz bırakılmasıdır. Manyetik hipertermi (MHT) ise manyetik nanopartiküllerin (MNP) hastalıklı dokuda birikmesi ve dokunun alternatif manyetik alana (AMF) maruz bırakılmasıyla termal bir terapi elde edilmesini sağlamaktadır. GBM tedavisinde KBB, MNP'lerin beyindeki tümöre ulaştırılmasına bir engel teşkil ettiğinden sistemik uygulama yerine intratümöral enjeksiyon yapılmaktadır. Bu sayede hem manyetik nanopartikül toksisitesi hem de termal bir terapi elde edilebilmektedir (Mahmoudi et al., 2018).

5.2 Hedefe Yönelik Terapiler

Hedefe yönelik kanser tedavileri, sağlıklı hücrelere herhangi bir zarar vermeden kanserli hücreleri spesifik olarak hedeflemeyi amaçlar. Diğer tedavi yöntemlerinden farklı olarak daha geniş hedefler yerine spesifik tümörjenik proteinleri hedef alarak bir tedavi amaçlanır. Bu amaç doğrultusunda genelde kullanılan iki önemli protein monoklonal antikor ve küçük molekül inhibitörleridir. Monoklonal antikorlar, hücre dışı hedefleri tanır ve hücre döngüsü ilerlemesi ve hücre ölümü gibi süreçleri kontrol eder. Küçük molekül inhibitörleri ise hücreye nüfuz

ederek enzimleri etkisiz hale getirir böylece tümör hücresi büyümesini engeller (Naser et al., 2022).

5.2.1 Hedefli Gen Terapisi

Rekombinant DNA (rDNA) teknolojisi hızla büyüyen bir alandır ve araştırmacılar, tarım, sağlık ve çevre gibi farklı sektörlerde uygulama için yeni stratejiler ve ürünler geliştirmektedir. Bu teknolojinin uygulama alanlarından biri olan gen terapisi, hücreleri modifiye etmek için genetik materyali (*in vitro* ya da *in vivo*) kullanarak tedaviye yardımcı olan bir stratejidir (Khan et al., 2016; Mulligan, 1993).

Gen terapisi alanındaki gelişmeler, standart tedavilerden olan kemoterapi ve radyoterapiye yardımcı olmaktadır. Oluşan kombine terapi, standart metotların dozunun azaltılmasına da yardımcı olmaktadır. Gen terapisiyle tümörün hedeflenmesi için farklı yollar kullanılmaktadır. Bunlar; hatalı genleri baskılamak için tümör baskılayıcı ve hücrelölümün sağlanması için pro-apoptotik genlerin ekspresyonu veya tümör antijen ve büyüme faktör genlerinin ekspresyonuna dayanmaktadır (Naser et al., 2022).

5.3 İmmünoterapi

Kanser tedavisinde geleneksel ve hedefe yönelik tedavilerden sonra onkolojide oldukça popüler olan immünoterapi uygulanmaktadır. İmmünoterapi, doğuştan gelen ve sonradan kazanılan bağışıklık hücrelerinin kullanılmasıyla tümör büyümesini inhibe etmesi prensibine dayanan bir terapi çeşididir. Ayrıca kanser immünoterapisi kanserli hücreleri yok etmek için doğal bağışıklık sistemini güçlendirmektedir. Ancak GBM tedavisi için bugüne kadar FDA tarafından onaylanmış immünoterapi bulunmamaktadır (Naser et al., 2022).

5.3.1 Kanser Aşıları

İmmünoterapi yöntemlerinden biri olan kanser aşıları tümör büyümesini önlemek ve kanser hücrelerini yok etmek için son zamanlarda yoğun çalışılan tedavi yaklaşımlarından biridir. Kanser aşılarında temel strateji tümörle ilişkili antijenlerin (TAA) ve tümöre spesifik antijenlerin (TSA) kullanılmasına dayanmaktadır. Bu antijenler tümör hücrelerinde doğal olarak üretilmektedir ve ekspresyonu yüksek olduğundan vücut için oldukça immünojeniktir.

Bu sayede kanser hastalarının humoral ve hücrel bağışıklıkları güçlendirilmiş ve harekete geçirilmiş olmaktadır (Naser et al., 2022). GBM tedavisi için peptit bazlı, dentritik hücre (DC) bazlı ve kişiselleştirilmiş aşılar potansiyel aşı adayları olarak çalışılmaktadır (Baratta, 2019; Oh et al., 2015).

5.3.2 Sitokin Tedavileri

Diğer bir immünoterapi yöntemi ise kanser hastalarında bağışıklığı güçlendirerek vücudun kansere karşı bağışıklık tepkisini artıran sitokin tedavileridir. Bağışıklık sisteminin habercileri olan bu sitokinler, bağışıklık sistemi hücrelerinin parakrin ve otokrin etki göstermelerini sağlamaktadır. Bu tedavide tümörlere karşı bağışıklık tepkisi oluşturan NK (doğal öldürücü) ve T lenfositlerinin çoğalmasını, fonksiyonunu ve hayatta kalmasını uyarmaktadır (Naser et al., 2022). (Brown et al.,) yaptıkları bir çalışmada CAR-T (kimerik antijen reseptörleri) hücrelerini GBM tümörü tekrarlayan bir hastaya uyguladılar. Uygulamanın ardından omurga ve intrakraniyal tümörlerinde gerileme olduğunu gözlemlediler. Aynı zamanda beyin omurilik sıvısındaki (BOS) bağışıklık hücreleri ve sitokin miktarında artış olduğunu tespit ettiler.

5.4 Nano Taşıyıcı Tedavileri

Nano taşıyıcı sistemlerin geliştirilmesi, tümörün doğasına özgü hedefleme, kontrollü bir şekilde ilacın taşınması ve tümörde kontrollü salınımını sağlamaktadır. GBM'nin nano taşıyıcı sistemlerle tedavi edilmesi sayesinde, ilaçların diğer yöntemlerle alınmasından dolayı (oral, vs.) vücutta oluşan olası yan etki ve sistemik toksisiteyi azaltmaktadır. Aynı zamanda kullanılan ilacın konsantrasyonu artırılabilir (Yalamarty et al., 2023).

GBM tedavisinde KBB ve KBTB'nin aşılması ve hedef tümöre ilaç dağıtımının yoğunlaştırılması için çok sayıda nano taşıyıcı sistem kullanılmaktadır. Bu nano taşıyıcıların işlevsel hale getirilip geliştirilmesi, KBB ve KBTB'yi geçme ve GBM tümörünü hedefleme yeteneğini artırmaktadır (Lim et al., 2023).

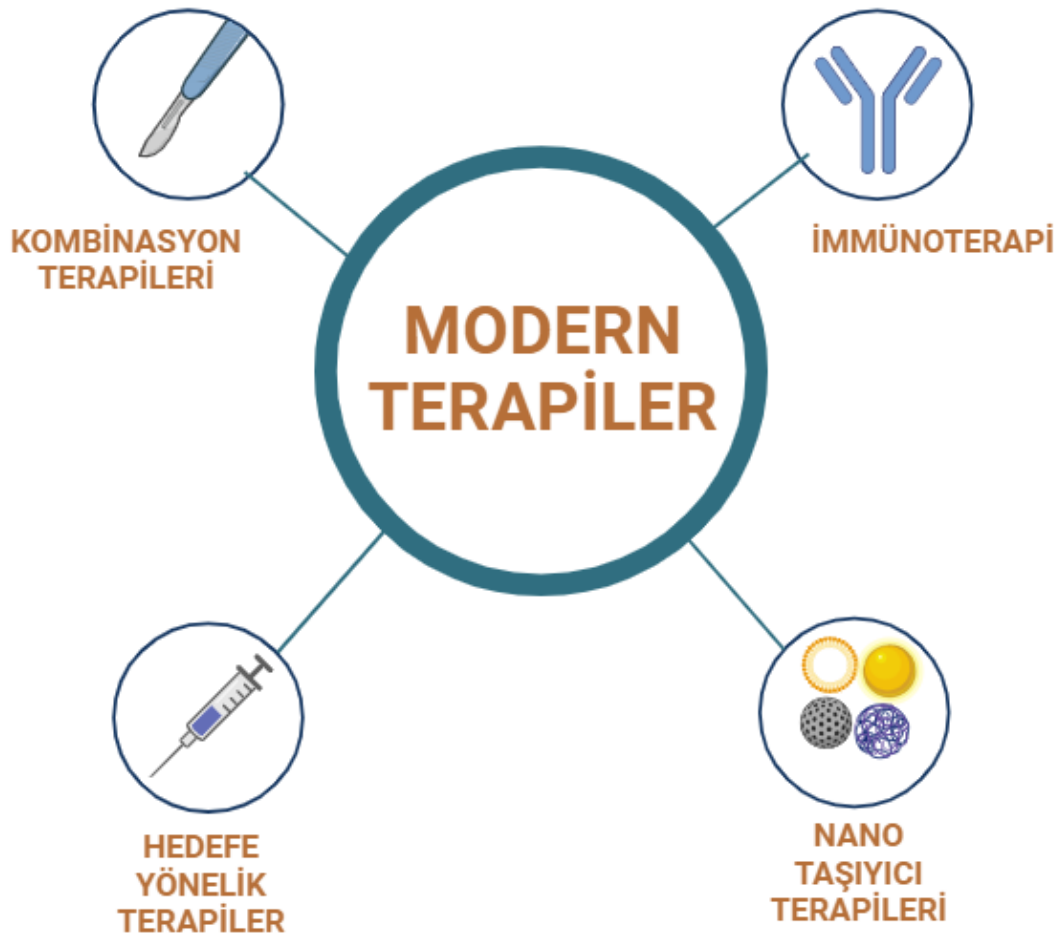
5.4.1 Lipozomlar

Lipozomlar kanser tedavilerinde yaygın olarak kullanılan nano keseciklerdir. Hidrofilik ve hidrofobik özelliklerinin yanı sıra ligandlarla daha işlevsel hale getirilebilirler. Bu sayede

glioblastoma tedavisi için KBB'yi geçebilirler ve GBM tümörünü hedefleyebilirler (Yalamarty et al., 2023).

5.4.2 Manyetik Nanopartiküller

Manyetik Nanopartiküller (MNP) harici bir manyetik alan ile etkileşime girebilecek potansiyele sahiptir. Bu nedenle antikanser ilaç dağıtımı ve tıbbi görüntüleme için oldukça kullanışlı nano taşıyıcılardır. GBM tedavisi için MNP'ler alternatif bir manyetik alanı ısıya dönüştürebilir. Bu sayede tümörde immünojenik bir yanıt oluşabilir ve tümör hücrelerini apoptoza teşvik edebilir. Bunların yanı sıra, ısıya duyarlı MNP'ler ile hipertermi, ilaç yüklü kemoterapi gibi farklı kombinasyon terapilerinde kullanılabilecek mükemmel nano taşıyıcılardır (Yalamarty et al., 2023).



Görsel 11. Modern Terapiler, 2023

6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Beyin tümörü tedavisindeki ilerlemelere rağmen, GBM hastalarında düşük bir sağkalım oranı gözlenmektedir. Genomik karmaşıklık, tümör heterojenitesi ve çeşitli onkogenik yollar gibi faktörler göz önüne alındığında, geleneksel terapilerin tek başına başarılı olma olasılığı düşüktür. Sonuç olarak, GBM'nin etkili bir şekilde tedavi edilebilmesi için geleneksel tedaviler farklı terapi stratejilerinin birleştirilmesiyle uygulanan ve hastalığın tedavisi için umut vadeden modern terapi stratejileriyle desteklenmeye devam etmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Baratta, M. G. (2019). Glioblastoma is 'hot' for personalized vaccines. In *Nature Reviews Cancer* (Vol. 19, Issue 3). <https://doi.org/10.1038/s41568-019-0118-8>
- [2] Brown, C. E., Alizadeh, D., Starr, R., Weng, L., Wagner, J. R., Naranjo, A., Ostberg, J. R., Blanchard, M. S., Kilpatrick, J., Simpson, J., Kurien, A., Priceman, S. J., Wang, X., Harshbarger, T. L., D'Apuzzo, M., Ressler, J. A., Jensen, M. C., Barish, M. E., Chen, M., ... Badie, B. (2016). Regression of Glioblastoma after Chimeric Antigen Receptor T-Cell Therapy. *New England Journal of Medicine*, 375(26). <https://doi.org/10.1056/nejmoa1610497>
- [3] Fisher, J. P., & Adamson, D. C. (2021). Current FDA-approved therapies for high-grade malignant Gliomas. In *Biomedicines* (Vol. 9, Issue 3). <https://doi.org/10.3390/biomedicines9030324>
- [4] Haider, S. A., Lim, S., Kalkanis, S. N., & Lee, I. Y. (2019). The impact of 5-aminolevulinic acid on extent of resection in newly diagnosed high grade gliomas: a systematic review and single institutional experience. In *Journal of Neuro-Oncology* (Vol. 141, Issue 3). <https://doi.org/10.1007/s11060-018-03061-3>
- [5] Janjua, T. I., Rewatkar, P., Ahmed-Cox, A., Saeed, I., Mansfeld, F. M., Kulshreshtha, R., Kumeria, T., Ziegler, D. S., Kavallaris, M., Mazziere, R., & Popat, A. (2021). Frontiers in the treatment of glioblastoma: Past, present and emerging. In *Advanced Drug Delivery Reviews* (Vol. 171). <https://doi.org/10.1016/j.addr.2021.01.012>
- [6] Khan, S., Ullah, M. W., Siddique, R., Nabi, G., Manan, S., Yousaf, M., & Hou, H. (2016). Role of recombinant DNA technology to improve life. In *International Journal of Genomics* (Vol. 2016). <https://doi.org/10.1155/2016/2405954>
- [7] Kumari, S., Gupta, R., Ambasta, R. K., & Kumar, P. (2023). Multiple therapeutic approaches of glioblastoma multiforme: From terminal to therapy. In *Biochimica et Biophysica Acta - Reviews on Cancer* (Vol. 1878, Issue 4). <https://doi.org/10.1016/j.bbcan.2023.188913>
- [8] Li, J., Feng, L., & Lu, Y. (2023). Glioblastoma multiforme: Diagnosis, treatment, and invasion. *Journal of Biomedical Research*, 37(1). <https://doi.org/10.7555/JBR.36.20220156>
- [9] Lim, X. Y., Capinpin, S. M., Bole, N., Foo, A. S. C., Yip, W. C. G., Kumar, A. P., & Teh, D. B. L. (2023). Biomimetic nanotherapeutics for targeted drug delivery to glioblastoma multiforme. In *Bioengineering and Translational Medicine* (Vol. 8, Issue 3). <https://doi.org/10.1002/btm2.10483>
- [10] Liu, D., Dai, X., Tao, Z., Zhou, H., Hong, W., Qian, H., Cheng, H., & Wang, X. (2023). Advances in blood-brain barrier-crossing nanomedicine for anti-glioma. In

- Cancer Nanotechnology* (Vol. 14, Issue 1). <https://doi.org/10.1186/s12645-023-00211-9>
- [11] Mahmoudi, K., Bouras, A., Bozec, D., Ivkov, R., & Hadjipanayis, C. (2018). Magnetic hyperthermia therapy for the treatment of glioblastoma: a review of the therapy's history, efficacy and application in humans. In *International Journal of Hyperthermia* (Vol. 34, Issue 8). <https://doi.org/10.1080/02656736.2018.1430867>
- [12] Malmström, A., Grønberg, B. H., Marosi, C., Stupp, R., Frappaz, D., Schultz, H., Abacioglu, U., Tavelin, B., Lhermitte, B., Hegi, M. E., Rosell, J., & Henriksson, R. (2012). Temozolomide versus standard 6-week radiotherapy versus hypofractionated radiotherapy in patients older than 60 years with glioblastoma: The Nordic randomised, phase 3 trial. *The Lancet Oncology*, 13(9). [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(12\)70265-6](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(12)70265-6)
- [13] Mulligan, R. C. (1993). The basic science of gene therapy. *Science*, 260(5110). <https://doi.org/10.1126/science.8493530>
- [14] Naser, R., Dilabazian, H., Bahr, H., Barakat, A., & El-Sibai, M. (2022). A guide through conventional and modern cancer treatment modalities: A specific focus on glioblastoma cancer therapy (Review). *Oncology Reports*, 48(5). <https://doi.org/10.3892/OR.2022.8405>
- [15] Oh, T., Sayegh, E. T., Fakurnejad, S., Oyon, D., Lamano, J. B., Di Domenico, J. D., Bloch, O., & Parsa, A. T. (2015). Vaccine Therapies in Malignant Glioma. In *Current Neurology and Neuroscience Reports* (Vol. 15, Issue 1). <https://doi.org/10.1007/s11910-014-0508-y>
- [16] Qin, D., Zheng, R., Ma, J., Xiao, J., & Tang, Z. (1999). Influence of radiation on the blood-brain barrier and optimum time of chemotherapy. *Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao. Acta Academiae Medicinae Sinicae*, 21(4).
- [17] Shirvalilou, S., Khoei, S., Esfahani, A. J., Kamali, M., Shirvaliloo, M., Sheervalilou, R., & Mirzaghavami, P. (2021). Magnetic Hyperthermia as an adjuvant cancer therapy in combination with radiotherapy versus radiotherapy alone for recurrent/progressive glioblastoma: a systematic review. In *Journal of Neuro-Oncology* (Vol. 152, Issue 3). <https://doi.org/10.1007/s11060-021-03729-3>
- [18] Stupp, R., Mason, W. P., van den Bent, M. J., Weller, M., Fisher, B., Taphoorn, M. J. B., Belanger, K., Brandes, A. A., Marosi, C., Bogdahn, U., Curschmann, J., Janzer, R. C., Ludwin, S. K., Gorlia, T., Allgeier, A., Lacombe, D., Cairncross, J. G., Eisenhauer, E., & Mirimanoff, R. O. (2005). Radiotherapy plus Concomitant and Adjuvant Temozolomide for Glioblastoma. *New England Journal of Medicine*, 352(10). <https://doi.org/10.1056/nejmoa043330>
- [19] Walker, M. D., Strike, T. A., & Sheline, S. E. (1979). An analysis of dose-effect relationship of malignant gliomas. *Int J Rad Oncol Biol Phys*, 5(10).
- [20] Yalamarty, S. S. K., Filipczak, N., Li, X., Subhan, M. A., Parveen, F., Ataide, J. A., Rajmalani, B. A., & Torchilin, V. P. (2023). Mechanisms of Resistance and Current Treatment Options for Glioblastoma Multiforme (GBM). In *Cancers* (Vol. 15, Issue 7). <https://doi.org/10.3390/cancers15072116>
- [21] Zhang, Z., Coniot, J., Amorim, J., Jin, Y., Prasad, R., Yan, X., Fan, K., & Conde, J. (2022). Nucleic acid-based therapy for brain cancer: Challenges and strategies. *Journal of Controlled Release*, 350. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2022.08.014>

UNLU MAMULLER VE PASTACILIK SEKTÖRÜNDE, İŞGÖRENLERİN İŞYERİ/İŞLETME DEĞİŞTİRME SIKLIĞI VE ÇALIŞANLARI BUNA İTEN NEDENLER: İZMİR ÖRNEĞİ

Osman OLĞAÇ

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, osmanolgac@gmail.com-0009-0007-1483-2886

Prof. Dr. Melike SAKİN YILMAZER

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, melike.sakin.yilmazer@ikcu.edu.tr-0000-0002-6830-1331

ÖZET

İşgören devri terimi, bir zaman diliminde çeşitli nedenlerle işyerinden ayrılan işgören sayısının o dönemde işyerinde kayıtlı işgören sayısına oranlanması ile bulunan sayıyı gösterir. İş gören devir hızının düşük olması işletmeler tarafından olumlu bir durum olarak görülürken, yüksek olması ise işletmede var olan bir problemin dışı vurumu olarak kabul edilmektedir.

Bu çalışma, unlu mamuller ve pastacılık sektöründe, işgörenlerin işyeri değiştirme sıklığını belirlemek ve işgörenleri iş değiştirmeye iten nedenleri tespit etmek ve yöneticilere önerilerde bulunmak amacıyla yapılmıştır. Yapılan alan araştırmasının nitel araştırma yöntemlerinden anket tekniği ile veri toplanmıştır. Araştırmanın evreni, İzmir’de unlu mamuller ve pastacılık alanında faaliyet gösteren işletmelerin tamamıdır (Buca, Konak, Bornova, Çiğli, Karşıyaka, Bayraklı). Örneklem on beş işletme ve seksen katılımcıdan oluşmaktadır.

Sonuç olarak; emek yoğun bir sektör olan, unlu mamuller ve pastacılık sektöründe, işgörenlerin işyeri/işletme değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenler ortaya konmuş, ancak demografik özelliklerle bu kavramlar arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Öneriler geliştirilmiş ve ileri çalışma konuları vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İşgücü devri, işgören devri, yiyecek içecek işletmeleri, unlu mamuller sektörü, pastacılık sektörü

GİRİŞ

Günümüzde tüm sektörlerde hızlı bir değişim süreci yaşanmakta, işletmeler her geçen gün hızını arttıran bu değişim sürecine ayak uydurmaya çalışmaktadır. Teknolojinin hızlı gelişmesi ile eş zamanlı olarak ulaşılabilir olması işletmeler arasındaki araç gereç ve donanımsal farklılıklar oldukça azalmıştır. İşletmelerde yer alan işgörenler örgütün en önemli parçasıdır. Bu parçaların ayrı ayrı birleşmesi ile örgüt yapısı oluşmaktadır. Örgütün en önemli sermayesi olan insan kaynağının güçlü, kalifiyeli, başarılı ve farklı olması örgütün de güçlü ve başarılı olması anlamına gelmektedir.

İşletme yöneticileri, yoğun rekabet ortamında işletmelerin amaçlarına ulaşmada en önemli unsurun insan kaynağı olduğunu fark etmiştir. İnsan kaynağı özellikle emek yoğun çalışan sektörlerde rekabette önemli bir unsur olup, rakip firmalar tarafından taklit edilmesi oldukça güçtür. Bu yüzden insan kaynakları işletmelerin hedefine ulaşmalarında, verimlilik ve kârlık gibi konularda stratejik bir önem arz etmektedir.

Unlu mamuller ve pastacılık sektörü teknolojik gelişmeler ve otomasyondan sınırlı oranda etkilenen bir başka deyişle insan kaynaklarının önemli olduğu emek yoğun bir sektördür. Bu sektörde işgörenlerin niteliği ve tecrübesi, ürettikleri ürünlerin ve sundukları hizmetlerin kalitesinin belirlenmesi ve devamlılığının sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle Emek yoğun işletmelerin yaşadığı sorunların başında çalışan/personel/işgören devri gelmektedir.

İşgören devri, işletmelerde işten ayrılma ve işe katılma hareketleri şeklinde açıklanabilir. Yaşanan bu hareketler, oransal olarak değerlendirildiğinde, hizmet ve ürün kalitesinin belirlenmesi ve insan kaynakları yönetiminin performansı açısından önemli bir gösterge haline gelmektedir. Bu nedenle işgören devir oranının yüksek olması istenmeyen bir durumdur (Gün, 2016). İşletmenin başarısı ve devamlılığının işgören devrinden etkilenmesi, bu terimin büyük bir öneme sahip olduğunu göstermiş ve yöneticilerin bu alana olan ilgisini arttırmıştır (Tuna, 2007).

İşgören devri konusu, 1900’lü yılların başında yöneticilerin fark ettiği ve sonra da akademisyen ve araştırmacıların çalışmaya başladığı bir konu olmuştur (Yavuz, 2016). Yapılan çalışmalarda, işgören devrinin işletmeler ve o işletmelerdeki çalışanlar bakımından nasıl etkilere yol açtığı belirlenmeye, sonuçları üzerinde çalışılmaya ve çözüm önerileri ortaya konulmaya çalışılmıştır (Tuna, 2007).

İşgören devir hızının yüksek olmasının işletmelere çok sayıda olumsuz etkisi vardır. Bu olumsuz etkileri direkt ve dolaylı etkiler olarak sınıflandırabiliriz (Tuna, 2007). Olumsuz etkilere örnek olarak, işletmedeki kurumsal kültürün kaybolması, eğitim maliyetleri, üretimde kayıplar, üretilen mal ve hizmet kalitesindeki düşüşler, ekip ruhunda yaşanan zayıflama, moral ve motivasyon düşüklüğü ve adaptasyon sorunu örnek olarak verilebilir (Phillips, 1990; Woods ve Macaulay, 1989; Tuna, 2007). Ülke ekonomisinin ve toplumu etkileyen sosyal durumların iyileşmesi için de işgücü devri konusu incelenip çözümlidir (Tütüncü ve Demir, 2003; Salha, 2012).

İşgören devrinin işletmeye olduğu kadar işgörene de olumsuz etkileri vardır. Bu etkilere gelecek kaygısı, yeni işyerine uyum, işletme ve ekip arkadaşlarına olan güven gibi konular sıralanabilir (Tuna, 2007). Çalışanların performansını ve işletmenin verimliliğini olumsuz olarak etkileyen faktörlerin belirlenmesi bu işgören devir hızını araştırması gereken bir sorun haline getirmiştir. Yaşanan bu olumsuzluklar çalışanların ve işletmelerin geleceği açısından bu olumsuzlukların önlenmesi işletmede yaşanan işgören devir hızının düşürülmesi ile mümkün olabilir.

İş görenlerin çalıştıkları işten ayrılmaları yalnızca fiziki ayrılma olarak ifade edilemez. İşletmeden ayrılan çalışanlar, örgütte öğrendiği bilgiyi ve beceriyi de kendisiyle birlikte taşır (Tuna, 2007). İşletmede yeni işe başlayacak olan işgörenlerin mevcut bilgi ve beceriyi öğrenmesi süreci işletmeye ciddi bir maliyet getirmektedir. Bu nedenle, işten ayrılmayı düşünen işgörenlerin işletmeden ayrılma istekleri, işgörenlerin makul taleplerinin karşılanması yoluyla örgütten ayrılmalar önlenmelidir (İnce, 2015).

Bu çalışmada işgörenlerin işyeri değiştirme nedenlerinin tespiti amaçlanmaktadır. Bu araştırmada elde edilen veriler, unlu mamuller ve pastacılık sektörü yöneticilerine; işe alma maliyetlerinin düşürülmesi, hizmet üretimi ve sunulması sırasında yaşanan aksaklıkların giderilmesi konusunda katkı sağlayacaktır.

İŞGÖREN DEVRİ

İşgören devri geniş kapsamlı bir kavram olup, işten tatmin olmama, işte çalışma isteğinin (motivasyon) azlığı, teknoloji alanındaki gelişmeler, ücret politikası gibi çok sayıda konuyu kapsamaktadır. Bu nedenle tüm bu kavramların dâhil olacağı bir tanım yapabilmek oldukça zordur. Literatürde işgören devir hızı ile ilgili çok sayıda tanım mevcuttur.

1.1 İş Gören Devrinin Tanımı ve Kapsamı

İşgörenlerin işe girme ile ayrılma durumlarını anlatan “Labor Turnover” teriminin, dilimizdeki karşılığını bulmak oldukça zordur. Ülkemizde son yıllarda “LaborTurnover” terimine “İşçi Devri” denebildiği gibi daha farklı terimler de kullanılmaktadır. Belirsizlik sadece kavram konusunda olmayıp bu terimin kapsamı, önemi ve nasıl hesaplanacağı hususunda da benzer sorunlar vardır (Bedir, 1995).

İş ve İşçi Bulma Kurumunun, işgören devri tanımı şöyledir: “İş yerinde istifa, terk, işten çıkarılma ve işe alınma sonucunda işgörenlerin sayısında meydana gelen değişiklikleri ifade eder” (Eronat, 2004: 22). İşgücü, bir ülkenin sahip olduğu emek arzlarının toplamı şeklinde tanımlanabilir (İşgüççök, 2014: 2). İşgücü, yaşı 15 ve üzerinde olan nüfusta; bir işe sahip olanlar veya iş arayanlar ile bir işte çalışmayı bekleyen bir işe sahip olmayanlardan oluşmaktadır (Lordoğlu ve Özkaplan, 2007: 41).

İşgören devri, genel bir ifadeyle, “belirli bir zaman diliminde bir işletmenin işgören kadrosunda, işgörenlerin giriş ve çıkış hareketi” olarak tanımlana bilir (Kılıç, 2004: 66). İşgören devri veya işçi devir oranı olarak Türkçeye aktarılan “LabourTurnover” terimi “belirli bir zaman diliminde yıpranma sebebiyle veya isteği üzerine (istifa ederek) ya da işten çıkarılma yoluyla işletmeden ayrılan işgören sayısının aynı dönemde o işletmede çalışan işgören sayısına oranı” şeklinde tanımlanır (Yavuz, 2016). İşten ayrılmalarda daha sık ise işgören devri de yüksek olacaktır (Yılmaz ve Halıcı, 2010). İşgören devri yüksek olduğu sürece işletmelerin işgörenlerden verimli bir şekilde faydalanması, nitelikli işgören bulması ve bu işgörenlerin işletmede uzun yıllar kalmasını sağlaması oldukça güçtür. İşletmelerin yaşanan bu olumsuz durumlardan etkilenmemesi için işgören devir hızlarının kabul edilebilir seviyeye çekilmesi gerekir.

Çalışma hayatında, kurumu içinde tanımlı bir işe, belirli bir birime yerleştirilen işgören esasen tüm iş hayatı boyunca çok nadir olarak aynı yerde kalır. İşgörenler; işletmeden doğan zorunluluklar ya da bireysel istek ve ihtiyaçlar neticesinde iş yeri değiştirmek zorunda kalırlar (Salha, 2012). İşgören devir hızını düşürmek adına; işletmelerin işgörenlerin ayrılma sebeplerini tespit etmeleri, verimlilik adına ergonomik bir çalışma ortamı oluşturmaları, gerekmektedir (Tütüncü ve Demir, 2003; Yılmaz ve Halıcı, 2010).

1.2 İş Gören Devrinin Kapsamı

İşgören devri ile ilgili yapılan çok sayıda araştırma bulunmasına rağmen işgörenlerin işlerini neden bıraktıklarına ilişkin olarak genel kabul edilmiş bir neden bulunmamaktadır (Ongori, 2007: 49; Yavuz, 2016). İşgörenlerin işten ayrılması, farklı nedenlerden kaynaklanabilir. Bunlara örnek olarak; işgörenin ölümü, emeklilik, iş kazaları, askerlik, işgörenin işveren tarafından işten çıkarılması, evlilik, vb. nedenler verilebilir (Aydın, 2005: 265; Şengül, 2019).

İşgörenlerin işten çıkması ya da işten çıkarılması iki şekilde izah edilebilir; bunlardan ilki iş dışı faktörler. Bunlar, işletme tarafından öngörülemeyen ve işletmenin kontrolünde olmayan faktörlerdir. Bunlara örnek olarak, ülkenin içinde bulunduğu ekonomik, sosyal ve politik konjonktürler verilebilir. Sektörel işgücü transferleri, işgörenlerin mevsimsel dalgalanmalar örnek olarak verilebilir (Avcı ve Küçükusta, 2009: 34; Şengül, 2019).

Yönetimin verimliliği için, işgören devrinin nasıl işlediği ile işgören devrinin işletmede yol açtığı sonuçların bilinmesi yeterlidir. Bununla beraber işgören devrinin bir sonucu olarak eğitim, dağılan ve yer değiştiren maliyetler de kapsam dahilindedir (Güney, 1994: 17). İşsizlik sigortası ve dağılan ödemeler dağılan maliyetlere; işe alım mülakatları, iletişim ve idari harcamalar yer değiştiren maliyetlere; resmi eğitim, görev eğitimine ilişkin harcamalar da eğitim maliyetlerine de örnek olarak verilebilir (Eronat, 2004: 23). Söz konusu maliyetlerin yükselmesiyle birlikte hem üretim miktarı ve üretim verimliliği düşmekte olup bunun sonucunda çalışanlarda mutsuzluk ve huzursuzluk durumları meydana gelmektedir (Yılmaz ve Halıcı, 2010).

1.3 İşgören Devir Hızı Oranı

İşletmelerdeki işgören hareketliliğini gösteren işgören devir oranı üzerinde ücret, işletmenin çalışma iklimi, iş tatmini, motivasyon, örgüt iklimi, stres gibi çok sayıda etkeni bulunduğundan tanımı geniş kapsamlı bir kavramdır. Bu nedenle sayılan tüm kavramları kapsayacak şekilde bir tanımlama oldukça güçtür. Genel bir ifadeyle, işletmede çalışanların nedeni ne olursa olsun ayrılmaları veya işten çıkarılmaları sonucunda onların yerine başka işgörenlerin işe alınması neticesinde meydana gelen hareketliliği işgören devir oranı ifade eder (Türker, 1995: 11; Yavuz, 2016). İşgören devri çalışanları ve işletmeyi olumsuz olarak etkilemektedir. İnsan kaynakları yönünden durum değerlendirildiğinde işgörenlerin işletmedeki kıdem sürelerinin kısa olması ve gelen iş teklifleri neticesinde işletmeden ayrılmaları büyük bir sorundur. İşgören devri, örgütteki kurum kültürü ve alışkanlıklarını kaybolmasına neden olur. Bunun sonucunda ayrılan işgörenlerin yerine yeni çalışanların temini, işinde deneyim kazanması ve işe adapte olma süreci dikkate alındığında işletmecenin ayrılan işgörene ödediğinden daha fazla bir mali yük getirecektir (Salha, 2012).

İşgören devrinin yüksek olmasının, örgüte ciddi mali yük getirmektedir. Bu mali yükler; iş ilanı, işe alma, mülakat, iş eğitimi vb. giderlerden oluşmaktadır. DeConinck ve Bachmann tarafından yapılan araştırma göre; “Bir çalışanın işten ayrılmasının örgüte maliyeti, ayrılan çalışanın maaşının yaklaşık iki katı kadardır. Bu maliyet tüm sektörlerde aşağı yukarı benzer ölçüde doğrudur” (DeConinck ve Bachmann; 2005:874; Tuna, 2007).

Devir hızı konusu, literatürde üzerinde sıkça araştırma yapılan önemli konulardan biridir. İşletmelerde işgören devir hızının yüksek olması o işletmede bazı sorunların var olduğunu

göstergesidir. İşgören devir hızı işletmede mevcut olan bu sorunları ağırlaştırabileceği gibi yeni sorunlara da neden olabilir. Kendisi de söz konusu sorunları artırabilir ve yeni sorunlarda doğurabilir. Bundan dolayı, işgören devir hızının düşük çıkması hem yöneticiler hem de araştırmacılar tarafından, işletmeler için hep “iyi” bir durum olarak görülmüştür (Şengül, 2019). Glebbeek ve Bax (2004), işgören devrinin yüksek olmasının olumlu-olumsuz etkileri üzerine bir çalışma yapmıştır. Yapılan bu araştırmaya göre, işgören devir oranının düşük olmasının işletmeye çok sayıda olumlu katkısından söz edilebileceği, işgören devir oranının düşük olmasının neredeyse hiçbir olumsuz etkisinin olmadığını ifade etmiştir (Tuna, 2007).

İş gören devri, gerilim altında olan ve yaptıkları işten tatmin olmayan işgörenlerin, iş hayatının getirdiği baskı ve sıkıntıları gidermek adına uyguladıkları yollardan biridir (Aydın, 2005). İşletmelerin zaman ve para harcayarak yatırım yaptığı işgörenin firmanın isteği, çalışanın kendi isteği veya başka bir nedenle işletmeden ayrılması işletmeye mali anlamda zarar vermektedir. İşgören devir hızının yüksek olduğu işletmelerde; hizmet üretim kalitesi ve verimlilikte düşüş gibi sorunlarla karşı karşıya kalınmakta, bu durum işletme maliyetlerini arttırdığı gibi dolaylı olarak müşteri memnuniyetini düşürmektedir

1.4 İşgörenin İşletmeden Ayrılmasının Maliyetleri

İşgören transferinin direkt ve endirekt maliyetlerinin kurumlar tarafından genellikle gözden kaçırıldığı ve işletmelerin bu konuya gereken hassasiyeti göstermediği görülmektedir (Şengül, 2019). Bir işgörenin işten ayrılmasının doğuracağı masraflar şu şekilde sıralanabilir:

- İşe yeni başlayacak işgörenler için yapılacak işe giriş süreci masrafları (iş ilanları, yapılan yazışmalar, mülakat, seçim vb iş ve işlemler için yapılan araç gereç ve çalışan maliyetleri), (Yılmaz ve Halıcı, 2010).
- İşe yeni başlayacak işgörelere verilecek olan hizmet içi eğitimlerin maliyetleri,
- Yeni işe alınan işgörenin, işinde uzmanlaşmadığı için ya da adaptasyon sürecinde olması nedeniyle ödenen ücretine nazaran daha az verimli olması nedeniyle yaşanan maliyet artışı,
- Yeni işe alınan işgörenin işinde yetkin olmaması nedeniyle ortaya çıkan işteki hatalar ve yaşanan kazalar nedeniyle maliyetlerin artması,
- İşgörenin işten ayrıldığı tarih itibari ile işe alınan işgörenin işe geç başlaması kaynaklı üretim kayıpları,
- İşe yeni başlayan işgörenin işte kullanacağı araç-gerece adapte olmada zorluk çekmesi sebebiyle, yaşanan üretim ve verimlilik kaybı,
- İşgören devrinin yüksek olduğu dönemlerde yaşanan üretim kapasitesi kayıpları nedeniyle işlerin zamanında yetiştirilebilmesi adına, ödenen fazla mesailer nedeniyle yaşanan maliyet artışları.

2.4.1 İşgöreni İşten Ayrılmaya İten Nedenler

İnsan kaynakları alanında araştırmacılar, işgören devrinin, işletmelere olan olumsuz etkilerinin ve doğuracağı sonuçların nasıl hesaplanacağını üzerinde dururken; davranışsal bilimlerin alanında da işgöreni bu davranışa iten nedenler konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Akova vd. (2015: 87), belirtilen nedenlere ilişkin yapılan araştırmalarda, çalışma süresi, çalışma saati,

kariyerde gelecek beklentileri ve kendini psikolojik yönden değerli hissetmeme gibi nedenlerin en önemli etkenler olduğu ortaya konmuştur (Ulutaş, 2019).

İşletmelerin, istihdam ettikleri işgörenlerde, bir yandan işlerini yaparlarken bir yandan da sürekli gözü dışarıda olup, daha iyi imkânları ve olanakları barındıran yeni bir işletme arayan, çalışanlardan yüksek işgücü verimi alması pek mümkün değildir. İşgücü devrine bağlı olarak ortaya çıkan bu sorun ve bu sorunun çözülmesi ihtiyacı, işgörenlerin işten ayrılma nedenlerinin bilinmesini gerektirmektedir. işten ayrılmaları genel olarak, istekli veya isteksiz iki değişik nedenden kaynaklandığı ifade edilebilir (Cheng ve Brown, 1998; Ulutaş, 2019).

İşgören devrinin nedenleri sınıflandırırken “gönüllü” veya “gönülsüz” olmak üzere iki değişik şekilde ele alınmıştır. Hangi şekilde olursa olsun işgören devir hızının yüksek ya da düşük olması işletmenin faaliyetlerini etkilemektedir. Gönüllü ayrılma; işgörenin işten ayrılmaya kendisinin karar verdiği ve çoğunlukla işletme yönetimi tarafından kontrol edilebilir işten ayrılmalarıdır. Bu yönünden dolayı akademisyenler tarafından daha çok araştırma konusu olarak ele alınmıştır. Gönülsüz ayrılmalar olarak sınıflandırılan işten ayrılmalar ise; bazı nedenlerle işveren tarafından işten çıkarılmaları veya mecburi bir durumdan dolayı işten ayrılmaları (emeklilik, hastalık, evlenme, ekonomik bir durum gibi...) kapsar (Aksu, 1995; Yılmaz ve Halıcı, 2010).

2.4.2. Ücretin İşgören İçin Önemi Ücretin anlamı ve önemi

Ücret kişiden kişiye farklı anlamlar arz edebilir. Bir kişi için ücret, satın alma gücünü ifade ederken bir başka kişi için motivasyon aracı olarak görülebilir. Kişilerin ücret ile ilgili görüşleri zamanla farklılık arz edebilir. İşe yeni giren genç bir kişi için ücret satın alma gücünü ifade ederken uzun süredir işletmede çalışan başka bir çalışan için işletme içindeki konumunu ve değerini göstermesi açısından bir geri dönüt aracı olarak önem arz edebilir (Yüksel, 1997; Salha, 2012).

2.4.3. Ücret ve İşgören Devir Oranı Arasındaki İlişki

İşgörenlerin işyerinde kazandıkları gelir önemlidir. Ücret düşük ise işgörenler yüksek ihtimalle düşük kapasite ile çalışıp kendisine gelen ilk iş teklifini değerlendirip işletmeden ayrılacaktır (Salha, 2012).

İşgören devri hızını azaltmak amacı için işletmelerin, insan kaynakları açısından doğru bir planlama yapmalı, çalışanların sosyal hakları, ücretlendirme politikası, kariyer ve terfi kriterleri, iş ile ilgili analizlerin doğru yapılması ve üretim alanının işgörenler açısından fiziki yeterliliğinin sağlanması vb hususların gözden geçirilmesi yararlı olacaktır (Tütüncü ve Demir, 2003; Yılmaz ve Halıcı, 2010).

Hipotezler:

H₀: Unlu mamuller ve pastacılık sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetleri cinsiyetlere göre farklılık göstermektedir.

H₁: Unlu mamuller ve pastacılık sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetleri yaşlara göre farklılık göstermektedir.

H₂: Unlu mamuller ve pastacılık sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetleri eğitim durumlarına göre farklılık göstermektedir.

H₃: Unlu mamuller ve pastacılık sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetleri çalışma sürelerine göre farklılık göstermektedir.

YÖNTEM

3.1.Araştırmanın Amacı ve Önemi

Unlu mamuller ve pastacılık sektörü, emek yoğun çalışılan bir işletmecilik alanıdır. Bu niteliğe sahip olan işletmelerde, insan kaynağı önemli bir unsurdur. Emek yoğun sektörde insan kaynağı; başarıyı, karlılığı, verimliliği ve kaliteyi belirleyen en önemli unsurdur. Bundan dolayı iş yerlerinde işten ayrılmaların artması yani işgören devir oranının yüksek olması istenilmeyen bir durum teşkil eder. İşgören devir oranı büyük olan işletmelerde, kaliteli mal ve hizmet üretmek ve bu üretimin sürdürülebilir olması oldukça zordur. Üretilen mal ve Hizmet kalitesinin yüksek olması, vasıflı ve tecrübeli işgörenlerle mümkün olur. İşe yeni alınan işgörenin, işe uyum sırasında işine tam olarak adapte olamadığı için genellikle hata yapma olasılığı yüksektir, bu hatalar maddi zarara yol açarken işletmedeki diğer işgörenler üzerinde de olumsuz etkiler oluşturur. Bu nedenle, işten ayrılmalar işletme yönetimi tarafından kontrol altına alınmalı ve işgören devir oranının yüksek değerlere ulaşmasını engelleyici tedbirler alınmalıdır.

İşten ayrılmalarda görülen artışın birçok sebebi olabilir. Önlenmesi için yöneticilerin bunun nedenlerine eğilmesi gereklidir. Literatürde, işgören devir hızınının bağlı olduğu değişkenler üzerine çok sayıda araştırma yapılmaktadır. Bu çalışma kapsamında söz konusu ilişkilerin test edilmesi amaçlanmaktadır. Buradan elde edilen sonuçlar, özellikle Unlu mamuller ve pastacılık sektörü açısından; Üretim verimliliğinin artırılması, işe alma ve adaptasyon kaynaklı personel giderlerinin düşürülmesi, İşgörenlerin moralinin artırılması ve işletmeye olan sadakatin yükseltilmesi gibi yararlar sağlayacaktır.

Araştırmada “sık iş değiştirme” ve “alternatif iş bulabilme” bağımsız değişken olarak seçilmiş; işten ayrılma eğilimi ise bunlardan etkilenen bağımlı değişken olarak alınmıştır. Araştırma ile sık iş değiştirme ve alternatif iş bulma bağımsız değişkenleri ile işten ayrılma eğilimi bağımlı değişkeni arasında bir ilişki varsa ortaya konacak ve niteliği ölçülecektir (Ulutaş, 2019).

1.5 Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini, İzmir’in unlu mamuller ve pastacılık alanında faaliyet gösteren işletmeler oluşturmaktadır (Buca, Bayraklı, Bornova, Çiğli, Karşıyaka Konak ilçelerinde). Uygulama alanını ise bu ilçelerde faaliyet gösteren işletmelerdeki işgörenler teşkil etmektedir. Araştırmanın geniş bir alanda bulunması, söz konusu alanın tamamına erişmede, mesafe, maliyet ve zaman problemini meydana getirmiş; bu sebeple araştırmada belirlenen evrenden örneklem alınma yoluna gidilmiştir.

1.6 Veri Toplama Yöntemi

Araştırmasında nicel araştırma yöntemi, veri toplama tekniği olarak uzaktan görüşme ve online anket yöntemi seçilmiştir. Bu yöntemin kullanılma nedeni; maliyet yönünden avantajlı olması,

daha fazla veriye ulaşma olanağı sunması ve ulaşılan verilerin istatistiksel yönden analiz edilebilmesidir.

Araştırmada veri toplama aracı olarak kullanılan anketin soruları literatür araştırmasına dayandırılarak oluşturulmuştur. Anket toplam 23 soru olarak tasarlanmış olup sorular İşgörenlerin bireysel özellikleri, cinsiyet, yaş, eğitim durumu, sektördeki çalışma süresi, gibi 9 kapalı uçlu soru, sektörü seçme nedenleri, sektörün sorunları, bir önceki işyerinden ayrılma nedeni ile ilgili 3 adet açık uçlu soru, son bölümünde ise 5’li Likert ölçeği doğrultusunda düzenlenmiş bulunan ve Literatürde araştırmacılar tarafından daha önce kullanılmış sık iş değiştirme, işten ayrılma eğilimi ve alternatif iş bulabilme algısı değişkenlerini ölçen 11 sorudan oluşmaktadır.

Ulutaş (2019)’ın “Sık iş değiştirme olgusu ve alternatif iş bulabilme algısının işgörenlerin işten ayrılma eğilimleri üzerine etkileri Bışkek Yiyecek İçecek İşletmeleri Üzerine bir alan araştırması” adlı makalesinde kullanmış olduğu ankette yer alan Sık iş değiştirme algısı, İşten ayrılma eğilimi algısı, Alternatif iş bulabilme algısı ölçeğine ait sorulardan faydalanılmıştır.

1.7 Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın temel kısıtı, İzmir’in bazı ilçelerin seçilmiş olmasından (Buca, Bayraklı, Bornova, Çiğli, Karşıyaka Konak ilçelerinde), nispeten küçük bir örnekleme yapılmış olup bu nedenle sonuçlar genellenemeyecektir. Şehir nüfusun önemli bir kısmının belirtilen ilçelerde yaşıyor olması nedeniyle örneklem olarak bu ilçelerdeki işletmelerde yer alan işgörenler seçilmiştir.

Ayrıca, anket sorularını cevaplayan katılımcıların ankete verecekleri cevapların kendilerine olumsuz olarak bir yansıması olacağını endişesi ile cevaplardan gerçek tabloyu yansıtan cevaplardan kaçınmış olabileceği, soruları anlama ve algılamada eksiklikler olabileceği dikkate alınmalıdır (Ulutaş, 2019).

BULGULAR

Anket çalışmasında ulaşılan veriler, bir istatistik programı (SPSS) ortamında analiz edilmiştir. Analizde, açıklayıcı ve çıkarımsal istatistik yöntemleri kullanılmıştır. Araştırmanın bulgularına göre katılımcıların bazı demografik özellikleri şöyledir: Ankete 74’ü erkek (%88,1), 10’u kadın (%11,9) olmak üzere toplam 84 kişi katılmıştır. Ankete katılanların; yaş durumlarına göre % 23,8’inin (20 kişi) 18-24, % 21,4’ünün (18 kişi) 25-30 yaş grubunda; % 32,1’inin (27 kişi) 31-40, % 22,6’sının (19 kişi) 41 yaş ve üzerinde olduğu görülmüştür. Eğitim durumlarına göre, ankete katılanların %9,5’inin (8 kişi) ilköğretim, %28,6’sının (24 kişi) ortaokul, %50’sinin (42 kişi) lise, %7,1’inin (6 kişi) Ön Lisans, %3,6’sının (3 kişi) Lisans, %1,2’sinin (1 kişi) Yüksek Lisans mezunu olduğu tespit edilmiştir.

İşgörenlerin sektörde çalışma süreleri incelendiğinde, 2-5 yıl arasında olanlar %21,4, 6-10 yıl arasında olanlar %13,1, 11 yıl ve üzeri olanlar %65,5 olarak tespit edilmiştir.

İşgörenlerin bu sektörde çalıştıkları işletme sayısı incelendiğinde, 1-2 işletmede çalışanlar %13,1; 3-4 işletmede çalışanlar %27,4; 5-6 işletmede çalışanlar %16,7; 7 ve üstü işletmede çalışanlar %42,9 olarak tespit edilmiştir.

Ailenizi veya arkadaşlarınızı bu sektöre çalışmaya yönlendirir misiniz? Sorusuna katılımcıların %76,2'si evet, %23,8'i hayır cevabını vermiştir.

Çalıştığınız işyerinde kendinizi değerli hissediyor musunuz? Sorusuna katılımcıların %67,9'u evet, %32,1'i hayır cevabını vermiştir.

Bu sektörde yeni bir işe girerken alınan riskler sizi korkutur mu? Sorusuna katılımcıların %35,7'si evet, %64,3'ü hayır cevabını vermiştir.

Halen çalışmakta olduğunuz işyerindeki çalışma koşullarından memnun musunuz? Sorusuna katılımcıların %57,2'si evet, %19,1'i hayır cevabını vermiştir.

Çalıştıkları sektörü seçme nedeni sorulduğunda; katılımcıların %50'si "ilgi duyduğum/sevdiğim" için cevabını vermiştir.

Sektördeki bir önceki işyerinden ayrılma nedeni sorulduğunda; katılımcıların %24,7'si "Ücretin yetersiz olması", %19,1'i "Çalışma ortamının fiziki olarak yetersiz olması", %19,1'i "Çalışma ortamı ve mesai arkadaşlarının etkisi", %13 "Çalışma saatlerinin uzun olması", %13 "Yıllık izin ve benzeri sosyal hakların verilmesi" cevabını vermiştir.

Çalışanlar açısından değerlendirdiğimizde sizce sektörün en büyük üç sorunu nedir? Sorusuna katılımcıların %16,7'si "Çalışma saatlerinin uzun olması", %16'sı "Ücretlerin yetersiz olması", %10,7'si "Sosyal hakların verilmemesi", %10,7'si "Yeteri kadar değer görmeme", %9,3 "Personel yetersizliği", %5,3 "Hafta sonu ve yıllık izin sorunu", %3,3 "İletişimin yetersiz olması", %5,3 "Malzeme-ekipman ve ham madde yetersizliği", %5,3 "Sigortanın primlerinin maaş üzerinden değil asgari ücret yatması", %4,7 "Üretim alanının fiziki olarak yetersiz olması", %3,3 "İşletmeciler/Yöneticiler", %2 "Hijyen" cevabını vermiştir. Bunun yanında her biri %1 civarında olmak üzere "Beklentilerin yüksek olması, Eğitim, Güven, Irkçılık, Kadınların daha az hak sahibi olması, İş güvenliği, Özel günlerin çok olması, Ücretlerin zamanında yatmaması, Sezonluk personel alımı" yanıtları alınmıştır.

Araştırma diğer bulgularına göre işgörenlerin sektöre karşı tutumlarının dağılımı şu şekildedir:

- "Genel iş memnuniyetinizi nasıl tanımlarsınız"? sorusuna katılımcıların %65,4'ü memnunum, %11,9'u memnun değilim, %21,4'ü ise kararsızım cevabını vermişlerdir.
- İşgörenlerin sektöre karşı davranışı dağılımı tablosuna göre "Bana göre, iş değiştirmek eğlencelidir" ifadesine katılımcıların %71,5'si katılmıyorum, %8,4'ü katılıyorum cevabını vermişlerdir.
- İşgörenlerin sektöre karşı davranışı dağılımı tablosuna göre "İş değiştiriyorum, çünkü meslektaşlarım bunu yapıyor" ifadesine katılımcıların %78,6'sı katılmıyorum, %4,8'i katılıyorum, %16,7'si ise kararsızım cevabını vermişlerdir.
- İşgörenlerin sektöre karşı davranışı dağılımı tablosuna göre "İşimi herhangi bir sebep olmasa da değiştirmeye eğilimliyim" ifadesine katılımcıların %96,4'ü katılmıyorum, %3,6'sı katılıyorum cevabını vermişlerdir.
- İşgörenlerin sektöre karşı davranışı dağılımı tablosuna göre "Muhtemelen önümüzdeki yıl aktif olarak yeni bir iş arayacağım" ifadesine katılımcıların %51,2'si katılmıyorum, %31'i kararsızım, %17,9'u katılıyorum cevabını vermişlerdir.

- İşgörenlerin sektöre karşı davranışı dağılımı tablosuna göre “İşimden ayrılmayı sıklıkla düşünüyorum” ifadesine katılımcıların %65,5’i katılmıyorum,%27,4’ü karasızım, %7,2’si katılıyorum cevabını vermişlerdir.
- İşgörenlerin sektöre karşı davranışı dağılımı tablosuna göre “Gelecek yıl büyük bir olasılıkla yeni bir iş ararım” ifadesine katılımcıların %58,4’ü katılmıyorum,%27,4’ü karasızım, %14,3’ü katılıyorum cevabını vermişlerdir.
- İşgörenlerin sektöre karşı davranışı dağılımı tablosuna göre “Şu anki işimden ayrılısam, şimdikiye benzer ya da şimdikinden daha iyi başka bir iş bulabilme şansım yüksek” ifadesine katılımcıların %56,6’sı katılıyorum, %29,8’i karasızım, %17,9’u katılmıyorum cevabını vermişlerdir.
- İşgörenlerin sektöre karşı davranışı dağılımı tablosuna göre “Bu işten ayrılmak zorunda kalırsam, bir ay içinde bunun kadar iyi bir işim olur” ifadesine katılımcıların %52,4’sı katılıyorum,%25’i karasızım, %21,5’i katılmıyorum cevabını vermişlerdir.
- İşgörenlerin sektöre karşı davranışı dağılımı tablosuna göre “İşimi bırakırsam, en az şimdiki kadar iyi bir iş bulabileceğimden hiçbir şüphem yok” ifadesine katılımcıların %54,7’si katılıyorum, %26,2’si karasızım, %17,9’u katılmıyorum cevabını vermişlerdir.
- İşgörenlerin sektöre karşı davranışı dağılımı tablosuna göre “Yaşım, eğitim durumum ve genel ekonomik koşullarım dikkate alındığında başka bir işletmede uygun bir pozisyon elde etme şansım zayıf” ifadesine katılımcıların %41,7’si katılmıyorum, %15,5’i katılıyorum, %14,3’ü karasızım cevabını vermişlerdir.

Katılımcıların sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetlerinin cinsiyet değişkenine göre farklılık gösterip göstermediğinin ortaya konması amacıyla bağımsız örneklem t testi yapılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1: Katılımcıların sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetlerinin cinsiyetlerine göre farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesi

		Grup İstatistiği			Test İstatistiği	
		n (84)	$\bar{x}$	ss	t	p
Cinsiyet	Erkek	74	2,5296	,49065	,838	,202
	Kadın	10	2,3900	,52589		

Analiz sonuçlarına göre “Unlu mamuller ve pastacılık sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenler nedenlere yönelik davranışsal niyetlerinin” cinsiyetlere göre anlamlı bir farklılık göstermediği sonucuna ulaşılmıştır ($p>0,05$). Bu sonuca göre; H_0 (Unlu mamuller ve pastacılık sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetleri cinsiyetlere göre farklılık göstermektedir) hipotezi kabul edilmemiştir.

Katılımcıların sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetlerinin yaş değişkenine göre farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesi amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2: Katılımcıların Sektöründe İşyeri Değiştirme Sıklığı ve Çalışanları Buna İten Nedenlere Yönelik Davranışsal Niyetlerinin Yaşlarına Göre Farklılık Gösterip Göstermediğinin Belirlenmesi

		Grup İstatistiği			Test İstatistiği	
		n (84)	$\bar{X}$	ss	F	p
Yaş (Yıl)	18-24	20	2,5589	,95	1,396	,250
	25-30	18	2,6500	,98		
	31-40	27	2,3634	,86		
	40 ve üzeri	19	2,5474	,87		

Analiz sonuçlarına göre “Unlu mamuller ve pastacılık sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetlerinin” yaşlarına göre farklılık göstermediği sonucuna ulaşılmıştır ($p>0,05$). Bu sonuca göre; H_1 (Unlu mamuller ve pastacılık sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetleri yaşlara göre farklılık göstermektedir) hipotezi kabul edilmemiştir.

Katılımcıların sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetlerinin eğitim durumlarına göre farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesi amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3: Katılımcıların sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetlerinin eğitim durumlarına göre farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesi

		Grup İstatistiği			Test İstatistiği	
		n (84)	$\bar{X}$	ss	F	p
Eğitim Durumu	İlkokul	8	2,5500	,44078	1,097	,369
	Ortaokul	24	2,4208	,54691		
	Lise	42	2,6188	,44519		
	Meslek yüksek okul	6	2,2667	,45019		
	Lisans	3	2,2667	,87369		

Yüksek lisans 1 2,2000 .

Analiz sonuçlarına göre “Unlu mamuller ve pastacılık sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetlerinin” eğitim durumlarına göre farklılık göstermediği sonucuna ulaşılmıştır ($p>0,05$). Bu sonuca göre; H_2 (Unlu mamuller ve pastacılık sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetleri eğitim durumlarına göre farklılık göstermektedir) hipotezi kabul edilmemiştir.

Katılımcıların sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetlerinin çalışma sürelerine göre farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesi amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4: Katılımcıların sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetlerinin çalışma sürelerine göre farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesi.

		Grup İstatistiği			Test İstatistiği	
		n (84)	$\bar{X}$	ss	F	p
Çalışma süresi	2-5 yıl	18	2,4278	,45089	,508	,604
	6-10 yıl	11	2,6162	,64720		
	11 yıl ve üzeri	55	2,5202	,47801		

Analiz sonuçlarına göre “Unlu mamuller ve pastacılık sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetlerinin” çalışma sürelerine göre farklılık göstermediği sonucuna ulaşılmıştır ($p>0,05$). Bu sonuca göre; H_3 (Unlu mamuller ve pastacılık sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetleri çalışma sürelerine göre farklılık göstermektedir) hipotezi kabul edilememiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

“İşgören devir hızı” konusu akademisyenler tarafından sıkça araştırılan bir konu olmuştur. İşgören devir oranının, yiyecek-içecek işletmelerinde yüksek olduğu araştırmaların sonucunda belirtilmektedir (Tuna, 2007). Anket çalışmamızda da görüleceği üzere İşletmedeki izlenen bazı yanlış politikalar işgören devir hızının yükselmesine neden olabilmektedir (Şengül, 2019).

Yukarıda da belirttiğimiz üzere işgören devrinin yüksek olması işletmenin kârlılığını olumsuz yönde etkilerken; iş ilanı, işe alma, mülakat, işe alma, iş eğitimi verimlilik kaybı, motivasyon düşüklüğü, kurumsal kültürün kaybı vb. yükler getirmektedir. İşletmelerin çalışanlardan maksimum verim alabilmesi, nitelikli personel bulması ve bu çalışanları uzun süre işletmede

kalmalarının sağlanması, işgören devri yüksek olduğu sürece gerçekleştirilmesi zor bir husustur (Salha, 2012).

Bu nedenle işletmelerin işgören devir hızını düşük seviyelerde tutmaları tavsiye edilmektedir. İşgören devir hızının düşük seviyelerde tutulması, işletmeler açısından olduğu kadar çalışanlar açısından da büyük önem taşımaktadır. Geniş bir açıdan değerlendirdiğimizde ise işgören devri işletme ve çalışan kadar; ekonomik kârlılığın artırılması, ülke ekonomisi ve toplumsal açılardan da araştırılması ve çözülmesi gereken bir sorundur (Tütüncü ve Demir, 2003:148; Salha, 2012). Bu nedenle işletmelerdeki işgören devir oranının büyük oluşunun sebeplerinin belirlenmesi ve bu araştırmaların sonuçları dikkate alınarak işletme yöneticileri ve insan kaynakları bakış açısıyla da çözümler üretilmesi yararlı olacaktır (Salha, 2012).

İlgili literatür incelendiğinde yiyecek içecek sektöründe işgücü devri ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır, ancak “Unlu mamuller ve pastacılık sektöründe çalışanların iş yeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenler” ile ilgili olarak tez seviyesinde birebir destekleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Araştırmanın amacı öncelikli olarak; Unlu mamuller ve pastacılık sektöründe, işgörenlerin işyeri/işletme değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlerin belirlenmesidir. Araştırmanın diğer bir amacı da Unlu mamuller ve pastacılık sektöründe işyeri değiştirme sıklığı ile demografik özellikler arasındaki ilişkinin incelenmesidir. Bu amaçla çalışanların işyeri değiştirme sıklığı ile cinsiyet, yaş, eğitim ve çalışma sürelerine göre sonuçlar incelenmiş olup verilen yanıtlar ile işgören devir hızı arasında bir ilişki olmadığı görülmüştür.

Anket çalışmamızın sonuçlarına göre; katılımcılardan 74’ü (%88,1) erkek ve 10’i (%11,9) kadındır. Kadın çalışanların az olması; sektörün emek yoğun bir sektör olması, kadınların fiziki yapıları nedeni sektöre uyum sağlamada zorluk çekmesi ve kadına iş hayatının yanında yüklenen diğer ailevi sorumlulukların fazlalığına bağlanmıştır (Yatkın, 2017).

İş görenlerin “yaşı”; eğitim durumu”; “cinsiyetleri”; “çalışma süreleri (kıdemleri)” ile işyeri değiştirme sıklığı arasında anlamlı olabilecek pozitif yönde bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$). İşyeri değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenlere yönelik davranışsal niyetlerin çalışma sürelerine göre farklılık göstermediği sonucuna ulaşılmıştır ($p>0,05$).

Emek yoğun sektörlerde, işgücü devir hızının düşürülmesi önemlidir. Bu sektörde işgörenler, üretilen mal ve hizmetlerin kalitesi üzerinde direkt bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, işletme yöneticileri, sektör çalışanlarına yönelik olarak izledikleri insan kaynakları politikalarında, çalışanların beklentilerini dikkate alarak çalışma alanlarını uygun hale getirmek için alacağı tedbirler, sosyal ve mali haklarında yapacakları iyileştirmeler ile işgücü devri nedeni ile işletmelerin yaşaması muhtemel olumsuzluklar ve bu olumsuzlukların sonuçlarından korunmuş olacaktırlar (Salha, 2012). Yapılan araştırmada elde edilen sonuçlar neticesinde, sektör ve işverenler için “İş görenlerin çalışma koşullarının daha iyi hale getirilmesi; Uzun olan çalışma saatlerinin kısaltılması; İşletmelerin çalışma ortamını iyileştirilmesi; Sosyal haklarda iyileştirilmeler yapılması; Ücretin iyileştirilmesi; İş görenler üzerindeki iş yükünün hafifletilmesi; İş görenlere değerli olduklarının hissettirilmesi; İş görenlerin üzerindeki iş yükünün hafifletilmesi” şeklinde öneriler geliştirilebilir (Işın, 2012).

İşgücü devrini düşürme konusunda işçilerin sendikalaşmaları ya da dernek kurmalarının da olumlu etkileri olacağı düşünülmektedir. Örgütlenme sağlandığı takdirde çalışma saatlerinin kısaltılması, ücretlerin artırılması, sosyal haklara ulaşma vb. hakların kazanılması daha mümkün olacaktır (Yavuz, 2016). Bulguları dayalı olarak geliştirilen önerilerin yukarıda sunulduğu bu çalışmada “unlu mamuller ve pastacılık sektöründe, işgörenlerin işyeri/işletme değiştirme sıklığı ve çalışanları buna iten nedenler” konusu kapsamında; yiyecek-içecek işletmelerindeki çalışanlar üzerinde bir uygulamaya yer verilmiştir (Salha, 2021).

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar ışığında ileride yapılması planlanan benzer çalışmaların daha fazla katılımcı sayısı ile gerçekleştirilmesi; ülkemizin farklı illerinde birden fazla ilde yapılması; nicel ve nitel araştırma yöntemleri birlikte kullanılarak karma olarak planlanması ile işgörenlerin yanında işletme yöneticileri ve sektör temsilcileri ile mülakat yapılarak veri toplanması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

1. Akova, O., Tanrıverdi, H., ve Kahraman, O. C. (2015). Otel İşletmelerinde İşgören Devir Hızına Etki Eden Risk Faktörlerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 6 (12), 87–107.
2. Avcı, N. ve Küçükusta, D., (2009). Konaklama İşletmelerinde Örgütsel Öğrenme, Örgütsel Bağlılık ve İşten Ayrılma Eğilimi Arasındaki İlişki, *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, Cilt 20, Sayı 1, Bahar: 33-44.
3. Aydın, Ş. (2005). *Konaklama İşletmelerinde İnsan Kaynakları Yönetimi: İlkeler ve Uygulamalar*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
4. Bedir, E. (1995). *Çalışma İlişkilerinde İşçi Devrinin Teorik Yapısı ve Ankara Bölgesi Özel Sektör Madeni Eşya Sanayiinde Analizi*. (Yayınlanmamış Doçentlik Tezi). Gazi Üniversitesi, İİB, Ankara.
5. Cheng, A. ve Brown, A. (1998). Hrm Strategies and Labour Turnover in the Hotel Industry: A Comparative Study of Australia And Singapore, *The International Journal of Human Resource Management*, 9 (1): 136-154.
6. Deconinck, J., Bachmann, D., (2005). An Analysis of Turnover Among Retail Buyers, *Journal of Business Research*, Volume 58, Issue 7, Pages 874-882.
7. Eronat, Z. (2004). İşletmelerde İş Tatmini ve İşgücü Devir Hızı Problemlerinin Çözümünde Bir Faktör Olarak İletişim; Kobi’lerde Ampirik Bir Uygulama, (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
8. Glebbeek, A. C., Bax, E. H. (2004). Is High Employee Turnover Really Harmful? An Empirical Test Using Company Records, *Academy of Management Journal*, 47 (2): 277–286.
9. Gün, G. (2016). Otel İşletmelerinde İşgören Devir Oranı: Bitlis İlinde Bir Çalışma, *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt:5; Sayı: 2, 1-20.
10. Güney, M. K. (1994). Satış Elemanlarının Performansı, İş Tatmini ve İşgücü Devri İlişkileri-Büro Makineleri Sektöründe Bir Uygulama, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
11. Işığçık, Ö. (2014). *İstihdam ve İşsizlik*, 2. Basım, Bursa, Dora Yayınevi.

12. Işın, A. (2012). Yerli ve Yabancı Turistlerin Otel İşletmelerinde Sunulan Hizmet Kalitesi Algılamalarının Müşteri Sadakati Üzerine Etkisi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Turizm İşletmeciliği Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara
13. İnce, C. (2015). Kırgızistan-Bişkek'teki Türk Yiyecek İçecek İşletmelerinde İşgören Devir Hızı, *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı:6.
14. Kılıç, İ., (1998). “Motivasyon İle İş Gören Devir Hızı Arasındaki İlişki”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli.
15. Lordoğlu, K., Özkaplan, N. (2007). *Çalışma İktisadi*, Düzeltilmiş Üçüncü Baskı, İstanbul, Der Yayınları.
16. Ongori, H., (2007). A Review of the Literature on Employee Turnover, *African Journal of Business Management*, June, 49-54.
17. Phillips, D.J. (1990). The Price Tag on Turnover, *Personnel Journal*, December: 58-61.
18. Salha, H. (2012). İş Güçlüklerinin İşgören Devir Hızına Etkisi: Yiyecek İçecek İşletmeleri Üzerine Bir Araştırma. Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Sakarya
19. Şengül, A. (2019). Turizm İşletmelerinde İşgören Devir Hızının Nedenleri ve İşaret Ettiği İpuçları (Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Turizm İşletmeciliği ve Otelcilik Anabilim Dalı, Balıkesir
20. Tuna, M. (2007). Personel Devir Oranı Analizi: Ankara'da Yer Alan Yıldızlı Otel İşletmelerinde Bir Uygulama, *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, Cilt 18, Sayı 1, Bahar: 45-52.
21. Türker, N. (1995). Konaklama İşletmelerinde İşgücü Devri, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, S.B.E., Ankara.
22. Tütüncü, Ö., Demir, M. (2002). *Konaklama İşletmelerinde İnsan Kaynakları Yönetimi ve İşgücü Hareketlerinin Analizi*. Ankara: Turhan Kitabevi.
23. Ulutaş, M. (2019).“Sık İş Değiştirme Olgusu ve Alternatif İş Bulabilme Algısının İşgörenlerin İşten Ayrılma Eğilimleri Üzerine Etkileri Bişkek Yiyecek İçecek İşletmeleri Üzerine Bir Alan Araştırması”, *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt: 8 Sayı: 4
24. Woods, R.H., Macaulay, J.F. (1989). Rx For Turnover: Retention Programs that Work, *Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, 30 (1): 79–90.
25. Yatkın, Ö. (2017). Konaklama İşletmelerinde Yiyecek İçecek Bölümü Çalışanlarının İş Doyumu ile Tükenmişlik Düzeyi: Kuşadası'nda Faaliyet Gösteren Beş Yıldızlı Konaklama İşletmelerine Yönelik Bir Araştırma (Yüksek Lisans Tezi). İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Turizm İşletmeciliği Anabilim Dalı, İzmir.
26. Yavuz, H. V. (2016). Sanayi ve Hizmet Sektöründe İşgücü Devir Oranlarının Yüksek Olmasının Nedenleri ve Çözüm Önerileri: Denizli Örneği. (Yüksek Lisans Tezi) Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
27. Yılmaz, B. Halıcı, A. (2010). İşgücü Devir Hızını Etkileyen Etmenler: Sekreterlik Mesleğinde Bir Araştırma. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, Yıl:2 Cilt:2 Sayı:4.

28. Yüksel, İ. (1997). “İş Gücü Boyutlarının Belirlenmesi ve Çok Boyutlu İstatistiksel Analiz”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

METABOLOMİKTE BİYOBELİRTEÇ KEŞFİ: HASTALIKLARIN ERKEN TANISINDA YENİ YAKLAŞIMLAR

Arş. Gör. Fatma Hilal YAĞIN

İnönü Üniversitesi, hilal.yagin@inonu.edu.tr - 0000-0002-9848-7958

Arş. Gör. Dr. Şeyma YAŞAR

İnönü Üniversitesi, seyma.yasar@inonu.edu.tr - 0000-0003-1300-3393

ÖZET

Metabolomik, bir organizmanın hücresel düzeydeki metabolit profillerini inceleyen bir disiplindir ve bu profiller, hastalıklar hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. Metabolomik, genellikle küçük moleküllerin (metabolitlerin) bir organizmanın biyolojik sistemlerindeki değişimlerini analiz eder. Bu moleküler değişimler, hastalıkların erken aşamalarında ortaya çıkan belirgin biyobelirteçler olabilir. Metabolomik, potansiyel biyobelirteçleri keşfetmek için büyük veri setlerini kullanarak, hastalıkların erken tanısında daha hassas ve spesifik yöntemler geliştirmeye odaklanmaktadır. Bu sayede metabolomik hastalara daha hızlı müdahale edilerek hastalıkların seyrini ve tedavi sürecini olumlu yönde etkilemeyi amaçlar. Büyük veri analitiği, yapay zekâ ve sistem biyolojisi gibi disiplinlerle entegre metabolomik araştırmalar verilerden anlamlı bilgiler elde etme kapasitesini artmaktadır. Bu, hastalıkların erken tanısında daha etkili ve kişiselleştirilmiş stratejilerin geliştirilmesine olanak tanıyabilir. Bu çalışma, metabolomikte biyobelirteç keşfinin mevcut durumunu ve gelecekteki potansiyel uygulamalarını değerlendirecektir. Hastalıkların erken teşhisinde kullanılacak biyobelirteçlerin keşfi, tıbbi uygulamalarda devrim niteliğinde bir ilerleme sunabilir ve bireylerin sağlık durumlarını daha etkili bir şekilde yönetmelerine olanak tanıyabilir.

Anahtar Kelimeler: Biyoinformatik, Metabolomik, Biyobelirteç Keşfi

GİRİŞ

Hastalıkların erken tanısı, sağlık sektörünün en önemli hedeflerinden biridir ve bu bağlamda hastalıklara ilişkin biyobelirteçlerin keşfi, tıp dünyasında önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Biyobelirteç keşfi hastalıkların erken evrelerinde müdahale imkanlarını artırarak tedavi başarısını önemli ölçüde etkileyebilir. Bu durum, hastaların yaşam kalitesini yükseltirken, sağlık sistemlerinin de etkinliğini artırarak maliyetleri düşürebilir (1, 2).

Biyobelirteçler, hastalıkların biyolojik belirtilerini ölçmek ve değerlendirmek için kullanılan moleküler işaretçilerdir. Bu işaretçiler genellikle kan, idrar, tükürük veya doku örneklerinden elde edilir ve hastalıkların varlığını, evresini veya tedaviye yanıtı belirleme konusunda önemli bilgiler sağlar (3).

Biyoinformatik, biyoloji ve bilgi teknolojilerinin kesişiminde ortaya çıkan bir disiplindir. ve biyolojik bilgilerin depolanması, işlenmesi, analiz edilmesi ve yorumlanması için bilgisayar bilimleri, istatistik ve matematik gibi disiplinlerin teknikleri ve araçları kullanılır. Temel olarak, genomik, proteomik ve metabolomik gibi büyük ölçekli biyolojik verilerin anlamlandırılmasını amaçlar. Biyoinformatik, genetik bilgi, protein yapıları, metabolik yollar gibi biyolojik sistemlerin karmaşıklığını anlama ve bu verilerin analiz edilmesi yoluyla biyolojik sorunlara çözümler geliştirme üzerine odaklanır (4, 5).

Son yıllarda, özellikle metabolomik yaklaşımların kullanımının artmasıyla birlikte, biyobelirteç keşfinde büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Metabolomik, bir organizmanın metabolit profillerini bütünsel olarak inceleyen bir disiplindir. Bu analizler, genetik ve çevresel faktörlerin kompleks etkileşimlerini anlamak ve hastalıkların özgün metabolik izlerini tanımlamak için güçlü bir araç sağlar. Bu sayede, hastalıkların erken evrelerinde dahi tanı koymak mümkün olabilir ve tedaviye daha etkili bir şekilde müdahale edilebilir (6).

Bu bağlamda, bu çalışma, metabolomikte biyobelirteç keşfi konusunu detaylı bir şekilde inceleyerek, bu alandaki güncel gelişmeleri ve gelecekteki potansiyeli değerlendirecektir. Metabolomik analizlerin biyobelirteç keşfi sürecindeki kilit rolünü vurgulayarak, hastalıkların erken tanısında bu yeni yaklaşımların sağlayabileceği avantajları ele alacaktır.

METABOLOMİK

Metabolomik, bir organizmanın hücresel veya sistem düzeyindeki metabolit profillerini kapsamlı bir şekilde inceleyen bir bilim dalıdır. Metabolitler, hücresel faaliyetlerin sonucu olarak ortaya çıkan ve metabolizmanın ürünleri olan küçük moleküllerdir. Bu moleküller arasında amino asitler, lipidler, nükleotidler, şekerler, vitaminler ve enerji üretimi ile ilişkilendirilen küçük organik bileşenler bulunur. Metabolomik, bu moleküllerin niceliksel analizini yaparak, organizmanın biyolojik durumu hakkında bilgi sağlar (6, 7).

Metabolomik çalışmaları genellikle hedeflenmiş ve hedefsiz olmak üzere iki ana yaklaşımı içerir. Hedeflenmiş metabolomik çalışmalar belirli bir metabolit grubuna odaklanır ve bu

metabolitlerin belirlenmesini ve nicelendirilmesini amaçlar. Bu yaklaşım, spesifik bir biyolojik sürecin veya hastalığın anlaşılmasına yönelik olarak kullanılır. Hedefsiz metabolomik çalışmalar ise geniş bir metabolit yelpazesini kapsar ve tüm metabolit profillerini kapsayan bir analiz yapar. Bu yaklaşım, organizmanın genel metabolik durumu hakkında bütünsel bir görünüm sağlar ve biyolojik değişiklikleri keşfetmeye yöneliktir (8, 9).

Metabolomik çalışmaları genellikle şu adımları içerir:

Örnek Toplama: Biyolojik örnekler, genellikle kan, idrar, doku veya hücre örnekleri, laboratuvar ortamında toplanır.

Örnek Hazırlama: Toplanan örnekler, metabolitleri daha iyi tespit etmek için uygun bir şekilde hazırlanır. Bu adım, metabolitlerin çıkarılması, saflaştırılması ve analiz için uygun hale getirilmesi içerir.

Analiz ve Dedikasyon: Metabolit profilleri genellikle kütle spektrometrisi (mass spectrometry) ve nükleer manyetik rezonans (nuclear magnetic resonance - NMR) gibi teknikler kullanılarak belirlenir. Elde edilen veriler, bilgisayar tabanlı analiz araçlarıyla değerlendirilir.

Veri İşleme ve Yorumlama: Elde edilen büyük miktardaki veri, bioinformatik araçlarını kullanarak işlenir ve yorumlanır. Bu aşama, organizmanın durumu, biyolojik süreçler ve potansiyel biyobelirteçlerin keşfi hakkında bilgi sağlar.

Metabolomik, hastalıkların erken tanısı, farmakoloji, beslenme araştırmaları, çevresel toksikoloji ve tarım gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Ayrıca, sağlık hizmetlerinde kişiselleştirilmiş tıp stratejilerinin geliştirilmesinde de önemli bir rol oynamaktadır.

METABOLOMİK VE BİYOBELİRTEÇ KEŞFİ

Klinik öncesi hastalığın biyobelirteçleri, hastalığı değiştiren ve hatta önleyici tedavilerin geliştirilmesinde kritik öneme sahip olacaktır. Başarılı hasta tedavisi ve yönetimi için hastalıkların erken teşhisi çok önemlidir. Son zamanlarda yeni teknolojilerin ortaya çıkmasıyla birlikte biyobelirteç keşfi yoğun araştırma ve faaliyet konusu olmuştur. Biyoakışkanlardaki metabolitlerdeki değişiklikler, fizyoloji veya patolojideki değişikliklerin göstergeleridir. Metabolomik, biyolojik sistemlerdeki niceliksel ve niteliksel metabolit değerlendirmesini içeren köklü ve hızla gelişen bir araştırma alanıdır (10, 11). Metabolomik, omik kademelerinin son noktasını temsil eder ve aynı zamanda fenotipe en yakın noktadır. Bu nedenle metabolomik

analizi, etkili tanısal belirteçlerin bulunması ve bilinmeyen patolojik durumların incelenmesi için yararlı bir yaklaşım olabilir. Metabolomik, biyolojik işlevin temel yönleri olan fenotip ile metabolik imza arasındaki ilişkilerin kurulmasını içerir ve tanı ve tedaviyi iyileştirmek amacıyla biyokimyasal yolların aydınlatılmasına yönelik güçlü bir tekniktir (12). Üstelik metabolik profil oluşturma oldukça basit, doğru ve spesifiktir ve metabolomik araştırma uygulamalarında da aynı derecede değerli olduğu kanıtlanmalıdır (13). Hastalık durumlarının patogeneze dair içgörü sağlama ve terapötik hedefler için tanısal belirteçleri keşfetme potansiyeline sahiptir. Bu yaklaşımın bir avantajı veya metabolomiklerin öngörü gücünün hem duyarlılık hem de özgüllük açısından daha iyi performans göstermesi ve gelecekte biyobelirteçlerin belirlenmesinde avantajlı olabilmesidir (14).

GÜNCEL EĞİLİMLER VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Birçok hastalık, klinik semptomların gelişmesinden önce sıvıların metabolit profillerinde karakteristik değişikliklere neden olur ve metabolitler sıklıkla yararlı teşhis biyobelirteçleridir. Hastalıkların erken tespiti için biyobelirteçlerin belirlenmesi, daha etkili tedaviler, acıların azalması ve ölüm oranlarının azalmasıyla sonuçlanacaktır (15). Etkili tedaviler geliştirmek için hassas ve daha uygun maliyetli teşhis araçlarına ciddi bir ihtiyaç vardır. Biyobelirteç profillerini araştırmaya yönelik geleneksel tekniklerin yanı sıra metabolomik, biyoakışkanlarda bulunan düşük moleküler ağırlıklı metabolitler hakkında bilgi edinmek için önemli bir araç gibi görünmektedir. Ek olarak, metabolomiklerin yüksek verimli doğası, hastalıklar için biyobelirteç taramaları yapmayı veya ilaç etkinliğini takip etmeyi ideal kılar (16). Metabolik yolları analiz etmeye, anlamaya ve oluşturmaya yönelik metabolizma stratejileri, çok uygun maliyetli bir şekilde fırsat penceresini açar.

Metabolomikteki en büyük zorluklardan biri, metabolik anormalliklerdeki spesifik olarak bozulmuş yolları tanımlamak için parmak izi moleküllerinin doğrulanmasıdır. Metabolik biyobelirteçlerin tanımlanması ve yorumlanması da zorlu bir iştir. Bu bağlamda, yola dayalı yaklaşımlar, çok sayıda metabolitin yüksek verimli bir şekilde değerlendirilmesiyle biyolojik sistemlerdeki karmaşık etkileşimlerin yakalanmasına olanak tanıyan metabolomik alanında giderek daha önemli bir teknoloji haline gelmiştir. Geçtiğimiz on yılda metabolomik araştırmalarında potansiyel biyobelirteçler üreten büyük ilerlemeler yaşanırken, tanımlanan biyobelirteçlerin çoğu mevcut klinik testlerin yerini alamadı. Klinik olarak onaylanmış bir test haline gelmek için potansiyel bir biyobelirtecin yüzlerce örnek kullanılarak doğrulanması,

tekrarlanabilir, spesifik ve duyarlı olması gerekir. Metabolomik analizinin geliştirilmesi, yeni biyobelirteçlerin keşfedilmesine yardımcı olacak ve çeşitli hastalıkların erken tespitine yol açacağı umulmaktadır (17, 18).

SONUÇ

Metabolomik, küçük molekül ara maddelerinin tam seti olan metabolomun kapsamlı bir analizini detaylandırmak amacıyla şu anda ortaya çıkan "omik" bir bilimdir. Metabolom, bir biyoakışkandaki tüm metabolitlerle ilgili veri açısından zengin bir bilgi kaynağıdır; bu, hastalıktaki bozulmalar nedeniyle konakçıda erken biyolojik değişiklikleri gösterebilir. Metabolomik bu nedenle hastalığın teşhisini, terapötik tedavisini ve bakımını geliştirmek için büyük bir potansiyele sahiptir. Geçtiğimiz on yılda metabolomiklerin çeşitli patolojik durumların karakterizasyonunda yararlı olduğu kanıtlandı ve klinik bir araç olarak umut vaat ediyor. Gelecekteki çalışmalarda, potansiyel biyobelirteçlerin daha erken tanıya ulaşmak için yeterince geniş bir hasta grubuyla doğrulanması gerekmektedir. Ayrıca hasta prognozunun ve bakımının iyileştirilmesi de bu tür araştırmaların bir diğer amacı olacaktır. Sonuç olarak hastaya özel hedefe yönelik tedavilerin kullanıldığı kişiselleştirilmiş tıp çağında, hastalığı izlemek ve izlem süresince yeni tedaviler geliştirmek için güvenilir ve hassas biyobelirteçlere ihtiyaç artmaktadır.

REFERANSLAR

1. Zhang, A., Sun, H., Yan, G., Wang, P., & Wang, X. (2015). Metabolomics for biomarker discovery: moving to the clinic. *Biomed research international*, 2015.
2. Monteiro, M. S., Carvalho, M., Bastos, M. L., & Guedes de Pinho, P. (2013). Metabolomics analysis for biomarker discovery: advances and challenges. *Current medicinal chemistry*, 20(2), 257-271.
3. Xia, J., Broadhurst, D. I., Wilson, M., & Wishart, D. S. (2013). Translational biomarker discovery in clinical metabolomics: an introductory tutorial. *Metabolomics*, 9, 280-299.
4. Luscombe, N. M., Greenbaum, D., & Gerstein, M. (2001). What is bioinformatics? An introduction and overview. *Yearbook of medical informatics*, 10(01), 83-100.
5. Diniz, W. J. D. S., & Canduri, F. (2017). Bioinformatics: an overview and its applications. *Genet Mol Res*, 16(1), 17.

6. Hollywood, K., Brison, D. R., & Goodacre, R. (2006). Metabolomics: current technologies and future trends. *Proteomics*, 6(17), 4716-4723.
7. Johnson, C. H., & Gonzalez, F. J. (2012). Challenges and opportunities of metabolomics. *Journal of cellular physiology*, 227(8), 2975-2981.
8. Bingol, K. (2018). Recent advances in targeted and untargeted metabolomics by NMR and MS/NMR methods. *High-throughput*, 7(2), 9.
9. Kennedy, A. D., Wittmann, B. M., Evans, A. M., Miller, L. A., Toal, D. R., Lonergan, S., ... & Pappan, K. L. (2018). Metabolomics in the clinic: A review of the shared and unique features of untargeted metabolomics for clinical research and clinical testing. *Journal of Mass Spectrometry*, 53(11), 1143-1154.
10. Zhang, A., Sun, H., Wu, X., & Wang, X. (2012). Urine metabolomics. *Clinica Chimica Acta*, 414, 65-69.
11. Arakaki, A. K., Skolnick, J., & McDonald, J. F. (2008). Marker metabolites can be therapeutic targets as well. *Nature*, 456(7221), 443-443.
12. Yuan, M., Breitkopf, S. B., Yang, X., & Asara, J. M. (2012). A positive/negative ion-switching, targeted mass spectrometry-based metabolomics platform for bodily fluids, cells, and fresh and fixed tissue. *Nature protocols*, 7(5), 872-881.
13. Nicholson, J. K., & Wilson, I. D. (2003). Understanding 'global' systems biology: metabolomics and the continuum of metabolism. *Nature Reviews Drug Discovery*, 2(8), 668-676.
14. Chen, F., Xue, J., Zhou, L., Wu, S., & Chen, Z. (2011). Identification of serum biomarkers of hepatocarcinoma through liquid chromatography/mass spectrometry-based metabolomic method. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 401, 1899-1904.
15. Zhang, A., Sun, H., & Wang, X. (2012). Serum metabolomics as a novel diagnostic approach for disease: a systematic review. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 404, 1239-1245.
16. Zhang, A., Sun, H., Yan, G., Han, Y., Ye, Y., & Wang, X. (2013). Urinary metabolic profiling identifies a key role for glycocholic acid in human liver cancer by ultra-performance

liquid-chromatography coupled with high-definition mass spectrometry. *Clinica Chimica Acta*, 418, 86-90.

17. Sun, H., Zhang, A., Yan, G., Piao, C., Li, W., Sun, C., ... & Wang, X. (2013). Metabolomic analysis of key regulatory metabolites in hepatitis C virus–infected tree shrews. *Molecular & Cellular Proteomics*, 12(3), 710-719.

18. Wang, X., Zhang, A., Han, Y., Wang, P., Sun, H., Song, G., ... & Dong, W. (2012). Urine metabolomics analysis for biomarker discovery and detection of jaundice syndrome in patients with liver disease. *Molecular & Cellular Proteomics*, 11(8), 370-380.

BİLGİSAYAR DESTEKLİ İLAÇ TASARIMI YÖNTEMLERİ

Arş. Gör. Dr. Şeyma YAŞAR

İnönü Üniversitesi, seyma.yasar@inonu.edu.tr - 0000-0003-1300-3393

Arş. Gör. Fatma Hilal YAĞIN

İnönü Üniversitesi, hilal.yagin@inonu.edu.tr - 0000-0002-9848-7958

ÖZET

Günümüzde, ilaç tasarımı sürecinde bilgisayar destekli yöntemlerin kullanımı önemli bir yer tutmaktadır. Bu yöntemler, geleneksel ilaç tasarımının maliyetli ve zaman alıcı olmasının yanı sıra, moleküler düzeyde etkileşimleri anlamak ve optimize etmek için kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır. Bu çalışma, bilgisayar destekli ilaç tasarımının, yeni ilaçların keşfinde ve geliştirilmesinde nasıl kritik bir rol oynadığını incelemektedir. Bilgisayar destekli ilaç tasarımı, biyoinformatik, moleküler modelleme ve yapay zekâ gibi disiplinlerin entegrasyonunu içerir. Ligand-tabanlı ve yapı-tabanlı yöntemler, hedef molekül ve potansiyel ilaç adayları arasındaki etkileşimleri değerlendirmek için kullanılan temel stratejilerdir. Yapay zekâ algoritmaları, büyük veri setlerinden elde edilen bilgileri analiz ederek, yeni ilaç adaylarının keşfinde önemli bir araç haline gelmiştir. Bilgisayar destekli ilaç tasarımı, hızlı ve etkili bir şekilde potansiyel ilaç adaylarını belirleme yeteneği ile öne çıkmaktadır. Bu yöntemler, biyolojik hedeflerle etkileşen bileşikler taramak, moleküler etkileşimleri anlamak ve optimize etmek için kullanılan stratejilerle ilaç geliştirme sürecini hızlandırmaktadır. Bununla birlikte, deneysel verilerin doğrulanması ve bilgisayar destekli yöntemlerin sınırlamalarının anlaşılması önemlidir. Bilgisayar destekli ilaç tasarımı, modern ilaç geliştirme süreçlerinde önemli bir araç olmaya devam etmektedir. Bu yöntemler, maliyetleri düşürmek, süreçleri hızlandırmak ve daha etkili ilaçlar keşfetmek için bilgi teknolojilerinin avantajlarını kullanmaktadır. Ancak, bu alandaki gelişmelerin dikkatlice takip edilmesi ve deneysel doğrulamaların sürekli yapılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler : Yapı- Temelli İlaç Tasarımı, Ligand- Temelli İlaç Tasarımı, Moleküler Kenetlenme (Docking), Kantitatif Yapı-Etki İlişkileri (QSAR).

1. Giriş

İlaç tasarımı, keşfi ve geliştirme aşamalarında hesaplamalı yöntemler hızla benimsenmekte ve yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yeni bir ilacın piyasaya sürülmesi, genellikle uzun bir süreç olup, zaman, mali kaynaklar ve insan gücü bakımından oldukça karmaşık, riskli ve maliyetli bir süreci içermektedir. Genel olarak, ilaç keşif ve geliştirme sürecinin 10 ila 14 yıl arasında sürdüğü ve bu sürecin toplam maliyetinin 1 milyar doların üzerinde olduğu belirlenmiştir [1]. Bu nedenle, zaman, maliyet ve risk faktörlerini azaltmak için bilgisayar destekli ilaç tasarımı (CADD) yöntemi yeni bir ilaç tasarımı yaklaşımı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. CADD yaklaşımlarının kullanılmasıyla ilaç keşif ve geliştirme maliyetlerinin %50'ye kadar azaltılabildiği görülmüştür [2]. CADD, aktiviteyi yapı ile ilişkilendirmek için bir standart oluşturmak üzere herhangi bir yazılım programı tabanlı sürecin kullanımından oluşur [3]. CADD yaklaşımı kullanılarak, “Yapı temelli ilaç tasarımı / doğrudan yaklaşım” ve “Ligand bazlı ilaç tasarımı / dolaylı yaklaşım” olmak üzere iki farklı yaklaşım geliştirilmiştir. Ligand bazlı ilaç tasarımı aktif/ inaktif moleküllerin deneysel bilgisinden yararlanırken, yapı temelli ilaç tasarımı terapötik hedefin yapısal bilgisini talep eder.

2. Yapı Temelli İlaç Tasarımı / Doğrudan Yaklaşım

Yapı temelli ilaç tasarımı, farmasötik endüstrinin ilaç geliştirme sürecini hızlandırmak ve iyileştirmek için kullanılan bir stratejidir. Bu yaklaşım, bir ilacın biyolojik hedef molekülleri ile etkileşimini anlamak ve optimize etmek amacıyla yapılan sistemli bir tasarım sürecini ifade eder. Yapı temelli ilaç tasarımı, moleküler düzeyde etkileşimleri anlamak için çeşitli bilimsel yöntemleri içerir [4]. Yapı temelli ilaç tasarımı, protein yapısı hazırlama, bağlanma bölgesi tanımlama, ligand kütüphanesi hazırlama, yerleştirme ve skorelama işlevleri gibi çeşitli adımlardan oluşur.

2.1. Homoloji Modelleme

Herhangi bir SBDD tekniği için ön koşul, hedefin 3D yapısıdır. Moleküllerin 3D yapısını belirlemek için çeşitli bütünleştirici yapı biyolojisi teknikleri mevcuttur: X-ışını kristalografisi, nükleer manyetik rezonans spektroskopisi veya tek parçacıklı kriyoelektron mikroskopisi. Bununla birlikte, proteinlerin ifade edilmesi, saflaştırılması veya karakterize edilmesindeki teknik zorluklar nedeniyle terapötik bir proteinin yapısını çözmek zordur. Herhangi bir deneysel yapının yokluğunda, bir hedefin 3B yapısını tahmin etmek için in silico yöntemler kullanılır:

homoloji modelleme, dış açma veya ab initio modelleme. Üç hesaplama yöntemi arasında homoloji modellemesi, bir hedefin 3B yapısını tahmin etmek için en güvenilir yöntemdir çünkü >%40 özdeşliğe sahip benzer bir proteinin (şablon yapı olarak bilinir) yapısal bilgilerini kullanır. Homoloji modellemesi, yüksek oranda benzer iki dizinin benzer yapılara sahip olduğu hipotezine dayanır. Hedef diziler bilinen yapılarla aynı protein katına sahipse ancak protein yapısı veritabanında şablon (>%40 dizi özdeşliği) yapı mevcut değilse, dış açma veya kat tanıma tercih edilen yöntemdir. Ab initio, hedef dizinin yapı veritabanında bilinen benzer bir yapıya veya benzer bir kıvrıma sahip olmadığı durumlarda bir protein yapısını tahmin etmek için tercih edilen yöntemdir. Ab initio modelleme, en az enerji ve kararlı konformasyonu tahmin etmek için amino asitlerin fizikokimyasal özelliklerini dikkate alır ve şu anda küçük proteinlerle (<120 amino asit) sınırlıdır. Protein yapılarını tahmin etmek için SWISS-MODEL [5], MODELLER [6] gibi veri tabanlarını ve web sunucularını kullanılır.

2.2. Moleküler Kenetlenme

Moleküler yerleştirme, bir reseptörün aktif bölgesinde bir ligandın uygun, düşük enerjili, bağlanma modlarını tahmin etmek için güçlü bir araçtır. Rasyonel ilaç tasarımı ligand küçük bir moleküle, reseptör ise bir proteine karşılık gelir. Rasyonel ilaç tasarımı en uygun etkileşimler kovalent olmayan etkileşimlerdir ve hidrojen bağları, van der Waals bağları veya olası elektrostatik çekimleri içerir. Moleküler yerleştirme kavramı, proteineligand etkileşimleri arasındaki artan afinitenin terapötik enzimlerin inhibisyonu ile doğrudan ilişkili olduğu hipotezine dayanmaktadır. Moleküler yerleştirme, bir reseptörün yüksek çözünürlüklü yapısı mevcut olduğunda en uygun yapı tabanlı ilaç tasarım tekniğidir. Moleküler yerleştirme, bileşenlerin esnekliğine bağlı olarak genel olarak üç kategoriye ayrılır: (1) hem ligandın hem de reseptörün sabit kaldığı rijit docking; (2) ligandın esnek ancak reseptörün sabit olduğu esnek docking; ve (3) hem reseptörün hem de ligandın esnek olduğu tam esnek docking. Üç docking türü arasında esnek docking, akademi ve endüstride en yaygın kullanılan docking tekniğidir. Docking algoritmaları, reseptörlerdeki ligandların bağlanma modlarını tahmin etmek için uygulanan arama parametreleridir. Bir ligandın bağlanma modunu doğru bir şekilde tahmin etmek için genellikle bir veya daha fazla algoritmanın bir kombinasyonu kullanılır. Bir yerleştirme algoritmasının karmaşıklığı ve etkinliği, işleyebileceği serbestlik derecelerine bağlıdır. Bir molekülün öteleme ve dönme hareketi altı serbestlik derecesi ile sonuçlanır. Ek bir serbestlik derecesi de ligandın dönme hareketidir. En basit yerleştirme algoritması sadece rotasyonel ve translasyonel serbestlik derecelerinden oluşur ve DOCK yazılımının temelini

oluşturur. Diğer yazılımlar rotasyonel ve translasyonel serbestlik derecelerini paralel olarak ele alabilir ve kısaca üç gruba ayrılır: Monte Carlo, genetik algoritma ve artımlı yapı [7]. Skorumlama fonksiyonları, ligandereseptör komplekslerini tahmin etmek için yerleştirme algoritmalarını tamamlar. Skorumlama fonksiyonları, ligand ve reseptör arasındaki bağlanma afinitesini postdocking konformasyonunda tahmin etmek için kullanılan matematiksel fonksiyonlardır [8]. Skorumlama fonksiyonları dört tiptir: (1) kuvvet alanı, (2) ampirik, (3) bilgi tabanlı ve (4) makine öğrenimi [7]. Kuvvet alanı tabanlı puanlama fonksiyonları, van der Waals ve elektrostatik fonksiyonlar gibi moleküller arası kovalent olmayan etkileşimlerin gücüne dayanarak bağlanma yakınlıklarını hesaplar. Ampirik puanlama fonksiyonları, ilişkili olmayan değişkenlerin korelasyonuna dayanan ve deneysel bağlanma yakınlıklarını taklit etmek için kullanılan regresyon tabanlı puanlama fonksiyonlarıdır. Bilgi tabanlı puanlama fonksiyonları, biyomoleküllerin deneysel 3D yapılarının istatistiksel analizinden türetilmiştir. Son olarak, makine öğrenimi puanlama işlevleri veri kümesi üzerinde eğitimle oluşturulur ve bu nedenle, diğer üç puanlama işlevinden farklı olarak, bağlanma etkileşimlerini dolaylı olarak tahmin edebilir.

2.3. Sanal Tarama

Sanal tarama, öncü molekülleri tanımlamak için sağlam bir tekniktir. Adından da anlaşılacağı üzere bu yaklaşım, tasarlanmış küçük moleküllerin laboratuvarında fiziksel olarak test edilmeden hesaplama araçları aracılığıyla büyük veri tabanlarından sanal olarak seçilmesini içerir [9].

2.4. Reseptör Tabanlı Farmakofor Modelleme

Adından da anlaşılacağı üzere, reseptör tabanlı farmakofor (RBP) modellemesi reseptörün 3D yapısını kullanır ve ligand yapısının mevcudiyetine bağlı olarak RBP iki kategoriye ayrılır: reseptöreligand kompleks tabanlı farmakofor ve RBP. Her iki durumda da, aktif bölgenin tamamlayıcı kimyasal özellikleri ve bunların uzamsal düzenlemeleri tanımlanır. Farmakofor özellikleri üç yöntemden biriyle tanımlanır: (1) potansiyel etkileşim enerjisinin (moleküler alan) moleküler prob tabanlı karakterizasyonu; veya (2) alt yapı pateni veya (3) etkileşim gereksinimlerini karşılayabilecek kimyasal özelliklerin araştırılması. Reseptör-ligand tabanlı farmakofor modelleme, dışlama hacmi kısıtlamasının ek bir avantajına sahiptir.

2.5. Moleküler Dinamik Simülasyonları

Deneyisel olarak çözülen 3D yapılar, oldukça hareketli biyomoleküllerin sadece anlık görüntüleridir. MD simülasyonu, bir biyomolekülün zamana bağlı hareketini hesaplar ve böylece sistemin esnekliği veya konformasyonel yeniden düzenlemeleri hakkında ayrıntılı bilgiler sağlar. MD simülasyonu Newton'un ikinci hareket yasası olan $F=m.a$ 'ya dayanmaktadır. Başlangıç olarak, başlangıçtaki statik yapı üzerindeki kuvvet, t_0 zamanındaki koordinat ve potansiyel enerjiler kullanılarak hesaplanır. Hareket denklemi deterministiktir, yani kullanıcı t_0 zamanındaki değerlerin bilindiğini göz önünde bulundurarak t_1 zamanındaki hızları ve koordinatları belirleyebilir. Verlet [10], Leap-frog, Velocity ve Beeman algoritmaları [11] gibi hareket denklemlerini entegre etmek için kullanılabilecek çok sayıda sayısal algoritma bilinmektedir. t_0 zamanında hesaplanan kuvvete dayanarak, bir molekülün tüm atomlarının koordinatları t_1 zamanında hesaplanır. Bir biyomolekülün MD simülasyonundan yörünge oluşturmak için bu işlem milyonlarca kez tekrarlanır. Klasik MD simülasyonundaki olağan zaman adımı 1-2 fs'dir ve atomik seviyedeki dinamikleri ölçmek için yeterlidir.

3. Ligand Bazlı İlaç Tasarımı / Dolaylı Yaklaşım

Terapötik hedef için herhangi bir yapı bilgisinin mevcut olmaması durumunda, alternatif yaklaşım ligand bazlı ilaç tasarımıdır. Yapı bazlı ilaç tasarımının aksine, ligand bazlı ilaç tasarımı etki mekanizmaları hakkında önsel bilgi gerektirmez ve sadece küçük moleküller için yapısal bilgi ve biyoaktivite verilerine ihtiyaç duyar. Ligand bazlı ilaç tasarımının prensibi, yapısal olarak benzer moleküllerin benzer özelliklere sahip olma olasılığının yüksek olmasıdır [12]. Ligand bazlı ilaç tasarımında zorunlu bir adım, küçük molekül kütüphanelerinin elde edilmesi ve hazırlanmasıdır. Kimyasal yapılar genellikle moleküler grafikler olarak oluşturulur, işlenir ve kullanılır. Bir moleküler çizge, atomların ve bağların sırasıyla düğümler ve kenarlar olarak temsil edildiği düğümlerin ve kenarların bir kombinasyonudur. Bağlantı tabloları ve doğrusal gösterimler, moleküler grafiklerle iletişim kurmanın iki yaygın yoludur. Bir bağlantı tablosu atom türleri, bağlantı türleri ve koordinatlar hakkında bilgi içeren bölümler içerir. Bağlantı tablolarına örnek olarak mol2, sdf, pdb vb. dosya formatları verilebilir. Doğrusal gösterim alfanümerik karakterlerin bir kombinasyonudur. Doğrusal gösterimlere örnek olarak basitleştirilmiş moleküler giriş satırı giriş belirtimi (SMILE) ve Wiswesser satır gösterimi verilebilir. Doğrusal gösterimler bağlantı tablolarından daha kompakttır ve bu nedenle milyonlarca küçük molekülün depolanması veya aktarılması sırasında tercih edilir [13]. En yaygın ligand bazlı ilaç tasarımı teknikleri arasında moleküler benzerliğe dayalı arama, kantitatif yapı-aktivite ilişkisi (QSAR) ve farmakofor modelleme yer almaktadır.

3.1. Moleküler Benzerliğe Dayalı Tarama

Moleküler benzerliğe dayalı arama, istenen küçük molekülleri tanımlamak için kullanılan en basit ligand bazlı ilaç tasarımı tekniğidir. Moleküler benzerlik tabanlı arama, küçük molekül kütüphanelerinin moleküler tanımlayıcılar kullanılarak arandığı diğer ligand bazlı ilaç tasarımı ve yapı bazlı ilaç tasarımı tekniklerinin hem bağımsız hem de ayrılmaz bir parçasıdır. Moleküler tanımlayıcılar, küçük molekülleri temsil eden ve basit fizikokimyasal özelliklerden karmaşık yapısal özelliklere kadar değişen karakteristik sayısal değerlerdir. Moleküler tanımlayıcılara örnek olarak moleküler ağırlık, atom tipleri, bağ mesafeleri, yüzey alanı, elektronegatiflikler, atom dağılımları, aromatiklik indeksleri, çözücü özellikleri ve diğerleri verilebilir [13].

3.2. Kantitatif Yapı-Aktivite İlişkisi (QSAR)

QSAR, adından da anlaşılacağı üzere, kimyasal yapılar ve biyolojik aktivite arasındaki korelasyonu kurmaya yönelik hesaplama tekniğidir. Genel olarak, QSAR tekniği rasyonel ilaç tasarımında uygulanır; ancak, teknik diğer fizikokimyasal özellikleri tahmin etmek için yaygın olarak kabul edilir ve bu nedenle kantitatif yapı özellik ilişkisi olarak da adlandırılır. QSAR, benzer yapısal bileşiklerin benzer biyolojik aktivitelere sahip olabileceği hipotezine dayanmaktadır [14]. Moleküler tanımlayıcılar olarak da bilinen moleküllerin kimyasal özellikleri, istatistiksel analiz yoluyla gözlemlenen aktivite ile ilişkilendirilir. Veri türü, modelin oluşturulmasında uygulanacak istatistiksel yaklaşıma karar verir. Örneğin, nicel veriler regresyon tabanlı yöntemlerle işlenirken, derecelendirilmiş yanıt verileri sınıflandırma tabanlı yöntemlerle işlenir. Bu şekilde oluşturulan modellerin ilaç tasarımı için kullanılmadan önce doğrulanması gerekir.

3.3. Ligand Tabanlı Farmokofor

Uluslararası Saf ve Uygulamalı Kimya Birliği bir farmakoforu "Belirli bir biyolojik hedef yapı ile optimum supramoleküler etkileşimleri sağlamak ve biyolojik tepkisini tetiklemek (veya engellemek) için gerekli olan sterik ve elektronik özellikler topluluğu" olarak tanımlamaktadır [15]. Ligand bazlı farmakofor (LBP), terapötik hedef için herhangi bir yapısal bilginin mevcut olmadığı durumlarda tercih edilen farmakofor bazlı yöntemdir. LBP'nin amacı, girdi ligandlarının çoğunun reseptöre bağlanması için zorunlu olan en büyük 3D özellik modelini tanımlamaktır. Girdi ligandlarının sayısı ve esneklikleri arttıkça görev daha karmaşık hale gelir. Bu nedenle konformasyonel arama LBP'de önemli ve maliyetli bir adımdır. RAPID, MPHIL,

Phase, DISCO, HipHop ve HypoGen gibi programlar girdi moleküllerinin tüm olası konformasyonlarını hesaplarken, GALAHAD, GASP gibi programlar ligand konformasyonlarını kalıp kısıtlamasına göre tarar.

4. Sonuç

Bilgisayar destekli ilaç tasarımı, modern farmasötik araştırmalarda önemli bir role sahiptir. Bu yöntemler, ilaç keşfi ve geliştirmesi sürecinde hız, maliyet ve verimlilik avantajları sağlamaktadır. Moleküler modelleme, yapay zekâ ve in silico tarama gibi bilgisayar destekli yöntemler, potansiyel ilaç adaylarını belirleme, moleküler etkileşimleri analiz etme ve farmakokinetik özellikleri tahmin etme konularında önemli katkılar sunmaktadır. Bu yöntemler, biyolojik hedeflerle ilgili moleküler etkileşimleri anlama ve tasarım sürecini hızlandırma açısından değerlidir. Ayrıca, bilgisayar destekli ilaç tasarımı, yan etkilerin azaltılması ve biyolojik uyumluluğun artırılması gibi önemli optimizasyon adımlarını da içermektedir. Sonuç olarak, bilgisayar destekli ilaç tasarımı yöntemleri, geleneksel laboratuvar çalışmalarına değerli bir ek sağlayarak farmasötik endüstride önemli bir ilerleme kaydetmiştir. Bu teknikler, gelecekteki ilaç geliştirme süreçlerinde daha da yaygın bir şekilde kullanılabilir ve yeni terapötik ajanların keşfinde önemli bir araç olmaya devam edebilir.

KAYNAKÇA

- [1] A. Daina, M.-C. Blatter, V. Baillie Gerritsen, P. M. Palagi, D. Marek, I. Xenarios, *et al.*, "Drug design workshop: A web-based educational tool to introduce computer-aided drug design to the general public," *Journal of Chemical Education*, vol. 94, pp. 335-344, 2017.
- [2] M. Xiang, Y. Cao, W. Fan, L. Chen, and Y. Mo, "Computer-aided drug design: lead discovery and optimization," *Combinatorial chemistry & high throughput screening*, vol. 15, pp. 328-337, 2012.
- [3] A. Hopfinger, "Computer-assisted drug design," *Journal of medicinal chemistry*, vol. 28, pp. 1133-1139, 1985.
- [4] R. L. Van Montfort and P. Workman, "Structure-based drug design: aiming for a perfect fit," *Essays in biochemistry*, vol. 61, pp. 431-437, 2017.
- [5] S. Bienert, A. Waterhouse, T. A. De Beer, G. Tauriello, G. Studer, L. Bordoli, *et al.*, "The SWISS-MODEL Repository—new features and functionality," *Nucleic acids research*, vol. 45, pp. D313-D319, 2017.
- [6] B. Webb and A. Sali, "Protein structure modeling with MODELLER," *Functional Genomics: Methods and Protocols*, pp. 39-54, 2017.
- [7] T. Engel and J. Gasteiger, *Chemoinformatics: basic concepts and methods*: John Wiley & Sons, 2018.
- [8] S.-Y. Huang, S. Z. Grinter, and X. Zou, "Scoring functions and their evaluation methods for protein–ligand docking: recent advances and future directions," *Physical Chemistry Chemical Physics*, vol. 12, pp. 12899-12908, 2010.
- [9] F. A. D. M. Opo, M. M. Rahman, F. Ahammad, I. Ahmed, M. A. Bhuiyan, and A. M. Asiri, "Structure based pharmacophore modeling, virtual screening, molecular docking and ADMET approaches for identification of natural anti-cancer agents targeting XIAP protein," *Scientific reports*, vol. 11, p. 4049, 2021.
- [10] L. Verlet, "Computer" experiments" on classical fluids. I. Thermodynamical properties of Lennard-Jones molecules," *Physical review*, vol. 159, p. 98, 1967.
- [11] R. K. Pathria, *Statistical mechanics*: Elsevier, 2016.
- [12] K. M. Merz Jr, D. Ringe, and C. H. Reynolds, *Drug design: structure-and ligand-based approaches*: Cambridge University Press, 2010.
- [13] P. Kirsch, A. M. Hartman, A. K. Hirsch, and M. Empting, "Concepts and core principles of fragment-based drug design," *Molecules*, vol. 24, p. 4309, 2019.
- [14] A. Cherkasov, E. N. Muratov, D. Fourches, A. Varnek, I. I. Baskin, M. Cronin, *et al.*, "QSAR modeling: where have you been? Where are you going to?," *Journal of medicinal chemistry*, vol. 57, pp. 4977-5010, 2014.
- [15] C.-G. Wermuth, C. Ganellin, P. Lindberg, and L. Mitscher, "Glossary of terms used in medicinal chemistry (IUPAC Recommendations 1998)," *Pure and applied Chemistry*, vol. 70, pp. 1129-1143, 1998.

DİSİYANODİBENZO[F,H]KİNOKSALİN TABANLI BİLEŞİKLERİN TADF ÖZELLİKLERİNİN TEORİK OLARAK İNCELENMESİ

Doç.Dr. Zeynep Şilan TURHAN

Iğdır Üniversitesi, zeynepsilanturhan@hotmail.com - 0000-0002-3587-2576

Öğr. Gör. Dr. Erhan ÖZTÜRK

Iğdır Üniversitesi, kimyagerhan@hotmail.com - 0000-0003-4006-2428

Dr. Öğr. Üyesi Aybek YİĞİT

Iğdır Üniversitesi, aybek.yigit@igdir.edu.tr - 0000-0001-8279-5908

Dr. Öğr. Üyesi Necdet KARAKOYUN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, necdetkarakoyun@yyu.edu.tr - 0000-0002-6083-6921

ÖZET

Potansiyel termal olarak etkinleştirilen gecikmeli floresans (TADF) yayıcıları önerebilmek için, bu çalışmada disiyanodibenzo[*f,h*]kinoksalin türevleri tasarlandı. Ana bileşik olan disiyanodibenzo[*f,h*]kinoksalin akseptörü, donör- π -akseptör tipi TADF elde etmek için öncelikle antrasen donörüyle birleştirildi. Yapıda daha sonra π -köprü eklenerek akabinde π -köprü değişikliği yapılarak yapısal ve elektronik özellikleri Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi (DFT) ve Zamana Bağlı Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi (TD-DFT) düzeyinde teorik olarak hesaplandı. Tasarlanan yapıların enerji bant aralığının ve singlet-triplet boşluğunun π -köprü değişimiyle nasıl değişeceği incelenmiştir. Bununla beraber TADF bileşikler olup olmama potansiyelleri yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Disiyanodibenzo[*f,h*]kinoksalin, TADF, DFT, TD-DFT

1. GİRİŞ

Son zamanlarda organik yarı-iletkenler üzerine yapılan çalışmalar dikkat çekici bir artış göstermiştir [1-5]. Bu malzemelerin düşük üretim maliyetleri, esnek ve geniş yüzeylere uygulanabilir oluşları, kolay ve verimli üretim süreçleri gibi çeşitli avantajları, onları silisyum tabanlı malzemelere bir alternatif olarak öne çıkarmıştır. Araştırmacılar, bu malzemelerin sunduğu fırsatları değerlendirerek, özellikle Organik Işık Yayan Diyotlar (OLED), Organik Schottky Bariyer Diyotları, Organik Alan Etkili Transistörler (OFET), Fotovoltaik Güneş Pilleri ve Spintronik alanlarında yoğunlaşmışlardır [6]. Özellikle, OLED teknolojisi son birkaç yılda ticari kullanıma sunulurken büyük bir ilgi görmüştür.

Son yıllarda organik ışık yayan diyotlar (OLED'ler) ticari olarak kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalar da, daha verimli malzemeler geliştirmek ve ömrünü artırmaya odaklanmıştır. Deneyisel çalışmaların yanında kuantum kimyasal çalışmalar da cihaz verimliliği üzerindeki etkisinin anlaşılmasına yardımcı olan cihaz simülasyonları ile güçlü bir şekilde desteklenmektedir [8,9]. OLED'ler avantajları nedeniyle araştırmacılar için en çok tercih edilen ve gelecek vaat eden yeni nesil ekran ve aydınlatma teknolojisi olarak kabul edilmiştir [10-12]. Günümüzde OLED'ler, mobil cihaz pazarında, özellikle akıllı telefonlar ve saatlerde geleneksel sıvı kristal ekranların (LCD) yerini alarak kullanıma girmiştir [13-15].

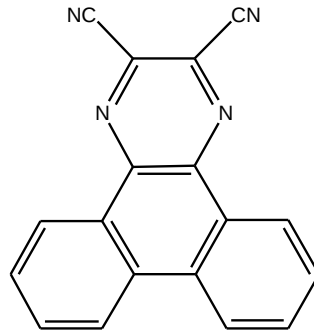
Termal olarak aktive edilmiş gecikmeli floresans (TADF), organik moleküllerdeki karanlık triplet durumların ışık emisyonu için verimli bir şekilde toplanması için önemli bir mekanizma olarak tanımlanır [12,16-19]. TADF, triplet uyarılmış durumların (T_1) ters sistemler arası geçiş (RISC) mekanizması aracılığıyla singlet durumlara (T) dönüştürülmesini gerektirir. Radyoaktif olmayan bozunma hızını aşmak için RISC'in hızı yüksek olmalıdır [16,20]. Bu durumda hem hızlı hem de gecikmeli floresans dâhil olmak üzere yüksek bir fotoluminesans verimi elde edilebilir. Tüm yarı-iletken cihazlarda olduğu gibi, her yarı iletken katmanın sınır enerji seviyelerinin (En Yüksek Enerjili Dolu Moleküler Orbital - Highest Occupied Molecular Orbitaller (HOMO) ve En Düşük Enerjili Boş Moleküler Orbital - Lowest Unoccupied Molecular Orbitaller (LUMO)) ve elektrot çalışma fonksiyonlarının hizalanması, cihazın performansı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir [8,21].

Verimli bir TADF molekülünün, güçlü molekül içi yük transferine (ICT) sahip moleküllerde HOMO ile LUMO arasında küçük bir örtüşme ile desteklenen dar bir singlet-triplet enerji boşluğu (ΔE_{ST}) olduğu genel olarak kabul edilmektedir, bu da T_1 'den S_1 durumlarına endotermik spin-flip sürecini kolaylaştırabilir [16,22]. Bunun yanında, bazı durumlarda da basit iki elektronlu iki durumlu tasarı, triplet durumdan singlet duruma RISC için gerçek aktivasyon enerjisini tanımlamakta başarısız olmaktadır [23, 24]. TADF molekülleri genel olarak, HOMO ile LUMO verimli bir şekilde ayrılmasıyla ilk S_1 ve T_1 arasında küçük enerji boşluklarıyla öne çıkar ve RISC sürecini kolaylaştırabilir [25,26].

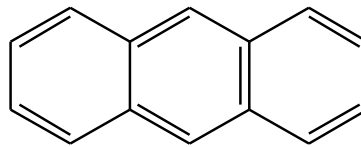
Cihazlardaki performansı artırmak için yeni OSC'ler tasarlamak zordur. Tasarım stratejileri, kaynaşmış halkaların kullanımını, yan zincir mühendisliğini, donör ve akseptör (D-A) ünitelerinin konumlandırılmasını ve konjugasyonlu omurgada heteroatom değişimini içerir. Bunlar arasında, omurga içinde kaynaşmış halkaların dâhil edilmesi ve D-A yapısal tasarımları,

optoelektronik özelliklerini özelleştirmek için yaygın bir şekilde çalışılan yöntemlerdir. Kaynaşmış halka sistemleri, daha sert ve daha düzleştirilmiş yapıların oluşmasına izin verir, daha derin HOMO enerji seviyesi ile daha büyük rezonans stabilizasyon enerjisi aracılığıyla daha olumlu π - π ara moleküler etkileşimler oluşturarak daha iyi taşıyıcı yük taşıma özelliklerine neden olur [27].

Bu çalışmada, potansiyel termal olarak etkinleştirilen gecikmeli floresans (TADF) yayıcıları önerebilmek için, bu çalışmada disiyanodibenzo[*f,h*]kinoksalin türevleri tasarlandı, Ana bileşik olan disiyanodibenzo[*f,h*]kinoksalin akseptörü (Görsel 1) D- π -A tipi TADF elde etmek için öncelikle antrasen (Görsel 2) donörüyle birleştirildi. Yapıya daha sonra π -köprü eklenerek akabinde π -köprü değişikliği yapılarak yapısal ve elektronik özellikleri Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi (DFT) ve Zamana Bağlı Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi (TD-DFT) düzeyinde teorik olarak hesaplandı. Tasarlanan yapıların enerji bant aralığının ve singlet-triplet boşluğunun π -köprü değişimiyle nasıl değişeceği incelenmiştir.



Görsel 1. Ana Bileşiğin Yapısı (1) (Disiyanodibenzo[*f,h*]kinoksalin)



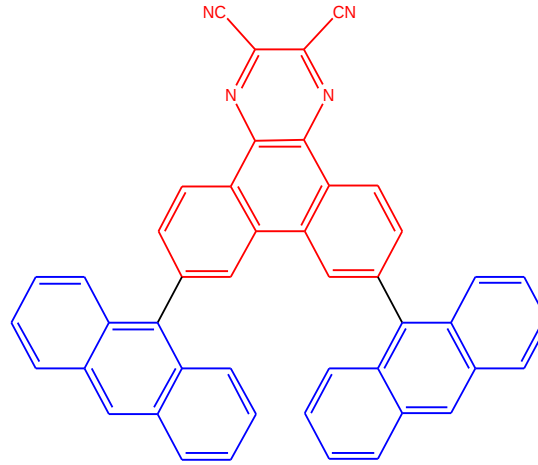
Görsel 2. Antrasen

2. MATERYAL - METOD

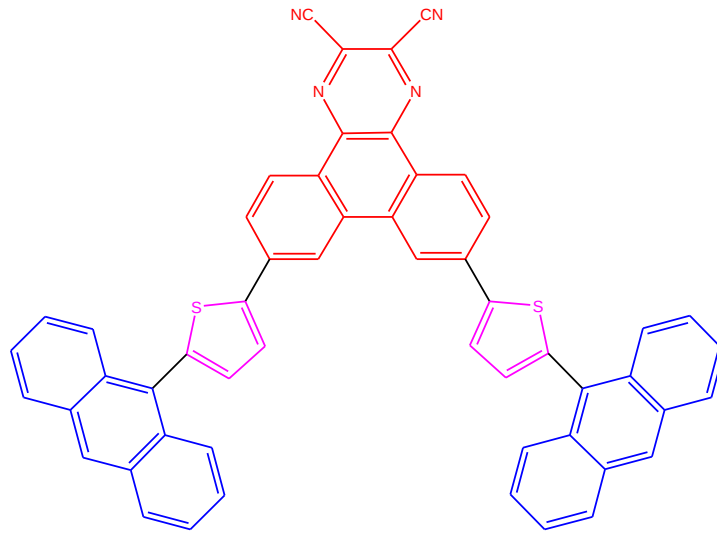
2.1. Materyal

Bu araştırmanın temelini, daha önce sentezlenmiş ve literatürde geniş bir şekilde incelenmiş olan temel bileşiğin çalışmaları oluşturuyor [28-31]. Bu bileşiğin, akseptör özellikli birimlerle zenginleştirilmiş yapısından yola çıkarak, 1 numaralı bileşiğin donör-akseptör kombinasyonları üzerinden yeni TADF bileşikler geliştirilebilir. Bu yaklaşım, bileşiklerin en yüksek dolu moleküler orbital (HOMO) ile en düşük boş moleküler orbital (LUMO) arasındaki farkı azaltarak, tekli (S1) ve üçlü (T1) uyarılmış durumlar arasındaki enerji farkını (Δ EST) düşürmeyi hedefler. Böylece, OLED cihazlarında floresan verimliliğinin artırılması mümkün

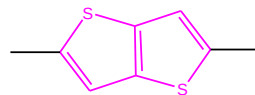
hale gelebilir [32]. Araştırmamızın bir diğer odak noktası, disiyanodibenzo[f,h]kinoksalin türevlerinden oluşan bir dizi potansiyel TADF yayıcı maddenin tasarımıdır (Görsel 3).



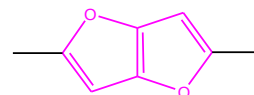
2



3



4



5

Görsel 3. Potansiyel TADF Bileşiklerinin Yapıları

2.2. Hesapsal Metod

Çalışmamızda, tüm bileşiklerin temel durum(S0) geometrilerinin optimizasyonu, Gaussian 09W[33] yazılımı kullanılarak ve B3LYP [34,35] hibrit fonksiyonu yardımıyla DFT [36] metodu ile gerçekleştirildi. Bu süreçte, geometri optimizasyonlarında 6-311+G(d,p) temel seti tercih edildi. Araştırmamızın bir parçası olarak, bileşiklerin tekli (S) ve üçlü (T) uyarılmış durumları, minimum enerji geometrilerini elde etmek amacıyla TD-DFT metodu ile incelendi. Her bir bileşik için yapılan geometri optimizasyonları, önceden belirlenen temel set kullanılarak yapıldı ve titreşim analizleri bu set ile tamamlandı. Elde edilen frekans analizleri, herhangi bir hayali frekans göstermedi[37]. Ayrıca, bileşiklerin temel durum yapıları, elektronik absorpsiyon spektrumlarına ait detayları, örneğin maksimum absorpsiyon dalga boyları ve osilatör güçlerini belirlemek için TD-DFT ile analiz edildi[38]. Literatürdeki verilere dayanarak, PBE0, wB97XD ve CAM-B3LYP fonksiyonlarının uyarma enerjileri analizinde deneysel sonuçlarla en iyi uyum sağladığı belirlendi[39]. Bu bilgiler ışığında, B3LYP/6-311+G(d,p), CAMB3LYP/6-311+G(d,p) ve WB97XD/6-311+G(d,p) yöntemleri kullanılarak TD-DFT hesaplamaları yapıldı ve bu yöntemlerle tasarlanan aday moleküller karşılaştırıldı.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Yarı-İletken Özellikler

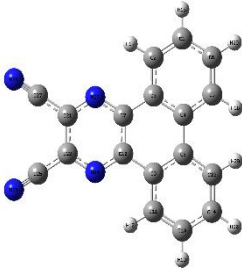
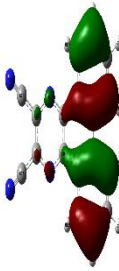
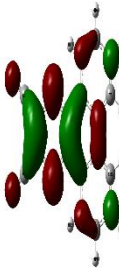
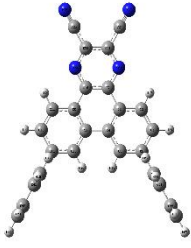
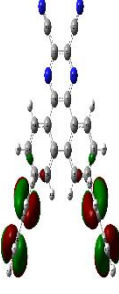
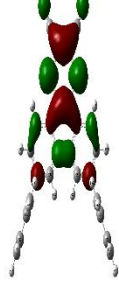
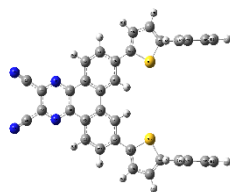
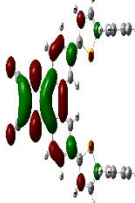
Tüm organik yarı-iletkenlerin elektronik yapısı π -elektronlarının konjugasyonuna dayanır. Konjuge bir organik sistem, tek ve çift C-C bağları arasında değişimden oluşur. Tek bağlar, lokalize elektronlarla ilişkilendirilir. Çift bağlardaki π -elektronları hareketlidir ve konjugasyon yolu boyunca π orbitallerinin karşılıklı örtüşmesi nedeniyle C atomları arasında sıçrayabilir. Bu durum dalga fonksiyonlarının konjuge omurga üzerinde delokalize olmasına neden olur. Boş π -bantları LUMO ve dolu π -bantları HOMO olarak adlandırılırken, aralarındaki fark enerji bant boşluğudur (ΔE) ve yarı-iletken malzemelerin bant aralığı 0.5 ile 4.0 eV arasında değişmektedir [40].

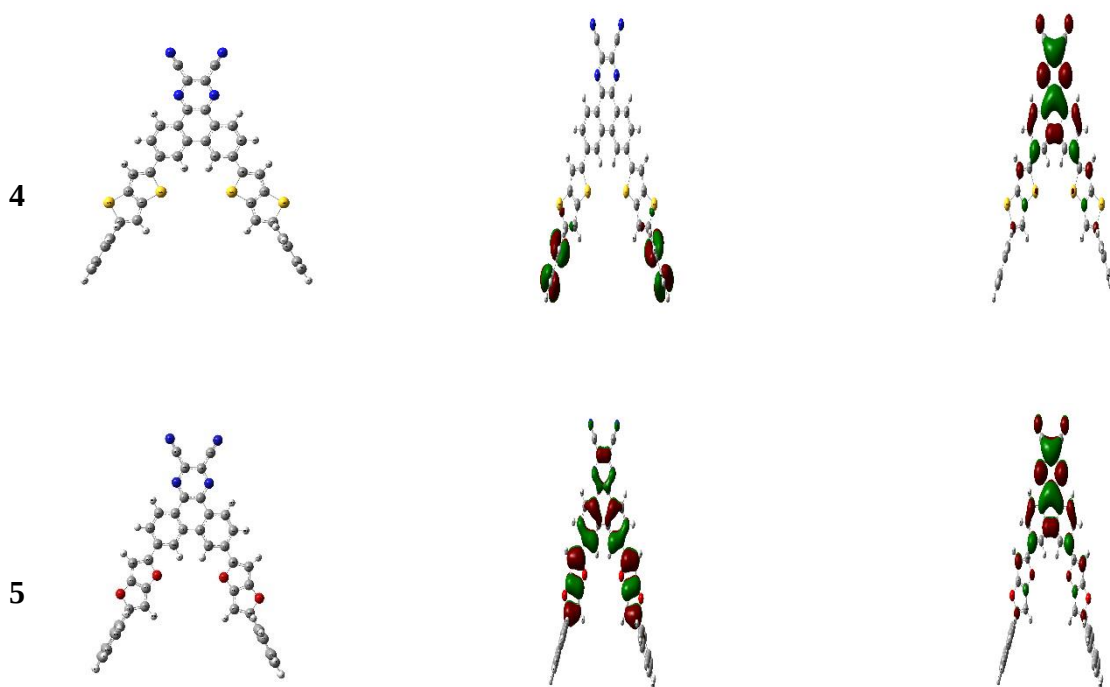
Bileşiklerin sınır moleküler orbital enerjileri B3LYP/6-311+G(d,p) seviyesinde hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 1’de verilmiştir. Hesaplanan tüm ΔE değerleri 4 eV’in altında bulunmuştur. Donör birimlerin alıcılarla kombinasyonunun konjugasyon yolunun uzaması nedeniyle bir bileşiğin MO enerji boşluğunun azaltılması beklenir. Ana bileşik (1), 3.82 eV’lik bir bant boşluğuna sahiptir ve donör grup olan antresan ilave edildiğinde bu değer düşmüştür. Değişen π -köprü ilaveleriyle bant aralığı tekrar yükseliş göstermiştir.

Çizelge 1. Sınır moleküler orbital enerjileri B3LYP/6-311+G(d,p) seviyesindeki hesap sonuçları

	E_{HOMO} (eV)	E_{LUMO} (eV)	ΔE (eV)
1	-7.12	-3.30	3.82
2	-5.83	-3.26	2.57
3	-5.83	-3.20	2.63
4	-5.86	-3.23	2.63
5	-5.85	-3.15	2.70

Çizelge 2. Tasarlanan moleküllerin GSS, HOMO ve LUMO diyagramları

	GSS	HOMO	LUMO
1			
2			
3			



HOMO-LUMO şemaları bileşiklerin reaktiviteleri hakkında önemli bilgiler verir. HOMO bazıklığı sağlarken; LUMO sistemin asitliğiyle ilgilidir. Sınır moleküler orbitallerin araştırılması çok önemlidir. Hangi atomun HOMO ve LUMO'lara katkıda bulunduğu hakkında bilgi sahibi olmak, reaktivite merkezleri bu orbital şemalar tarafından belirlenir. TADF için potansiyel potansiyel adaylar olabilmesi için, daha düşük değişim enerjisi vermek üzere ayrı HOMO ve LUMO'ya sahip olmaları oldukça önemlidir. Akseptör ve donör gruplar arasında bükülmeye neden olan sterik engelleme bu amaca başarıyla ulaşabilir [41-43]. Tasarlanan moleküllerin temel durum geometrisi, HOMO ve LUMO diyagramları Çizelge 2'de verilmiştir.

Donör-akseptör olarak tasarlanan yapıların HOMO'ları genel olarak (yapı 5 hariç) donör kısımlar üzerine toplanırken, LUMO'lar alıcı tarafın üzerine lokalize olur ve pirazin ile birlikte yüksek oranda elektron çeken siyano birimlerinden oluşur. Bu donör birimler ile siyano içeren fenantren pirazin çekirdeği arasındaki büyük dihedral açılar nedeniyle HOMO ve LUMO'nun net bir şekilde ayrılmasını sağlar.

Ana bileşik (1), tam kaynaşmış konjuge halkalar ve siyano grupları ile katı düzlemsel bir yapıdır. Bu sebepten dolayı, HOMO ve LUMO'nun her ikisi de aynı yapı üzerine dağılmıştır. Ayrımı sağlamak için ana bileşiğin fenantren kısmının her iki tarafına donör olarak antresen ilave edilerek elde edilen 2. yapının dihedral açısı 72°'dir. Ve iyi ayrılmış HOMO-LUMO gözlemlenmiştir. D-A yapısının konjugasyonu uzatmak için donör ve akseptörün arasına π -köprü (tiyofen, tiyenyotiyofen ve furofuran) ilavesi yapılarak tasarlanan 3, 4 ve 5 yapılarında yine HOMO-LUMO ayrımı gözlemlenmiştir. ΔE değerleri ve HOMO-LUMO ayrımı göz önüne alındığında tasarlanan moleküllerin OLED cihazlarında potansiyel kullanıma sahip iyi aday yarı iletken malzemeler olduğu söylenebilir. Ve fakat π -köprü etkisinin beklenmediği gibi olmadığı gözlemlenmiştir. Buradaki bu farklılık HOMO enerjileri

değerlerinin çok değişmemesine ve LUMO enerji değerlerinin artmasıyla açıklanabilir. Bu durum 3, 4 ve 5. yapılarda bant aralığının artmasına sebep olmuştur.

3.2. Elektronik Adsorbsiyon Spektrumu

Gaz fazında TD-CAM-B3LYP fonksiyonu ve 6-311+G(d,p) temel seti kullanılarak hesaplanan boyaların UV-Vis absorpsiyon spektrumları Çizelge 3'de gösterilmiştir. UV/Vis absorpsiyon dalga boyu, dikey uyarılma enerjisi, osilatör kuvvet (f) ve ana geçişler için geçiş karakterleri gibi foto-fiziksel özellikler, Çizelge 3'te listelenmiştir. Çizelgede boyaların $\lambda_{\max}$ aralığının 391.43 ile 565.87 nm arasında olduğu ve geniş intramoleküler yük transferi (ICT) bandından kaynaklandığı görülmektedir.

Çizelge 3. TD-DFT/B3LYP/6-31+G(d,p) teori düzeyinde hesaplanan dikey uyarılma enerjileri (eV), maksimum dalga boyları ($\lambda_{\max}$, nm), osilatör gücü (f) ve ana elektronik geçişler (H = HOMO, L = LUMO)

	Geçiş	E _{ex}	$\lambda_{\max}$	f	Ana elektronik geçiş
1	S ₀ -S ₁	3.1674	391.43	0.01	HOMO → LUMO
2	S ₀ -S ₁	2.1911	565.87	0.00	HOMO → LUMO
3	S ₀ -S ₁	2.3479	528.06	0.00	HOMO → LUMO
4	S ₀ -S ₁	2.3953	517.61	0.00	HOMO → LUMO
5	S ₀ -S ₁	2.3849	519.87	0.23	HOMO → LUMO

Düşük bir LUMO enerjisine sahip boyalar, HOMO sabit kaldığında emilim dalga boyunda bir kırmızı kayma yol açabilir [44]. Çizelge 4 incelendiğinde ana yapı olan 1'e göre diğer tasarlanan 4 yapının dalga boylarında kırmızıya kayma görülmüştür. Ancak D-A iskeletinden oluşan 2 no'lu bileşik en yüksek dalga boyuna ve en düşük uyarılma enerjisine sahiptir. Farklı π -köprü ilaveleri istenen kırmızıya kaymayı sağlamış ve fakat istenilen etkiyi sağlayamamıştır.

3.3. TADF Özellikleri

TADF moleküllerinin en önemli tasarım şartlarından biri S₁ ve T₁ durumları arasında küçük bir enerji boşluğu (ΔE_{ST}) elde etmektir. Aday olabilecek moleküllerin ΔE_{ST} değeri 0.50 eV'den küçük olmalıdır [45]. Tasarlanan 1-5'in geometrik ve elektronik yapıları hakkında ayrıntılar elde etmek için TD-DFT hesaplamaları B3LYP/6-311+G(d,p), CAM-B3LYP/6-311+G(d,p) ve WB97XD/6-311+G(d,p) seviyesinde yapılmıştır ve Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. TADF hesaplama sonuçları

	TD-DFT / ΔE_{ST} (eV)		
	B3LYP/6-311+G(d,p)	camB3LYP/6-311+G(d,p)	WB97XD/6-311+G(d,p)
1	0.22	0.54	0.49
2	0.03	0.95	0.89
3	0.21	1.20	1.14

4	0.41	1.11	1.06
5	0.49	1.25	1.22

Sınır moleküler orbitallerin net bir şekilde ayrılması, daha dar ΔE_{ST} değerleriyle sonuçlanmalıdır. Akseptör özelliği olan 1'in kendisi için ΔE_{ST} değerleri CAM-B3LYP ve WB97XD'de sırasıyla 0.54 eV ve 0.49 eV olarak çıkmıştır. Diğer tasarlanan moleküllerin ΔE_{ST} ana yapıya göre daha büyük çıkmıştır. Çizelgedeki sonuçlara göre donör akseptör arasına seçilen π -köprü ilavesi (tiyofen, tiyenyotiyofer ve furofuran) ile tasarlanan yapılar iyi TADF adayı olarak kabul edilecek değerlere sahip değildir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışma için potansiyel TADF yayıcılarını önermek için bir dizi **disiyanodibenzo[f,h]kinoksalin** türevleri tasarlanmıştır.

Bileşiklerin sınır moleküler orbital enerjileri B3LYP/6-311+G(d,p) seviyesinde hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir. Hesaplanan tüm ΔE değerleri 4 eV'in altında bulunmuştur. Beklendiği gibi, donör birimi alıcıyla kombinasyonu konjugasyon yolunun uzaması nedeniyle bir bileşiğin MO enerji boşluğunun azalmasıyla sonuçlanmıştır. Ana bileşik (1), 3.82 eV'lik bir bant boşluğuna sahiptir ve donör grup olan antresan ilave edildiğinde bu değer düşmüştür. Değişen π -köprü ilaveleriyle bant aralığı tekrar yükseliş göstermiştir.

Sınır orbital diyagramlarına bakıldığında, ana bileşik (1), tam kaynaşmış konjuge halkalar ve siyano grupları ile katı düzlemsel bir yapıdır. Bu sebepten dolayı, HOMO ve LUMO'nun her ikisi de aynı yapı üzerine dağılmıştır. Ayrımı sağlamak için ana bileşiğin fenantren kısmının her iki tarafına donör olarak antresan ilave edilerek elde edilen 2. yapı da daha iyi ayrılmış HOMO-LUMO gözlemlenmiştir. D-A yapısının konjugasyonu uzatmak için donör ve akseptörün arasına π -köprü (tiyofen, tiyenyotiyofer ve furofuran) ilavesi yapılarak tasarlanan 3, 4 ve 5 yapılarında yine HOMO-LUMO ayrımı gözlemlenmiştir.

ΔE değerleri ve HOMO-LUMO ayrımı göz önüne alındığında tasarlanan moleküllerin OLED cihazlarında potansiyel kullanıma sahip iyi aday yarı iletken malzemeler olduğu söylenebilir. Ve fakat π -köprü etkisinin beklenildiği gibi olmadığı gözlemlenmiştir. Buradaki bu farklılık HOMO enerjileri değerlerinin çok değişmemesine ve LUMO enerji değerlerinin artmasıyla açıklanabilir. Bu durum 3, 4 ve 5. yapılarda bant aralığının artışına sebep olmuştur.

Düşük bir LUMO enerjisine sahip boyalar, HOMO sabit kaldığında emilim dalga boyunda bir kırmızı kayar. Çizelge 4 incelendiğinde ana yapı olan 1'e göre diğer tasarlanan diğer 4 yapının dalga boylarında kırmızıya kayma görülmüştür. Ancak D-A iskeletinden oluşan 2 no'lu bileşik en yüksek dalga boyuna ve en düşük uyarılma enerjisine sahiptir. Farklı π -köprü ilaveleri istenen kırmızıya kaymayı sağlamış ve fakat istenilen etkiyi sağlayamamıştır.

Akseptör özelliği olan 1'in kendisi için ΔE_{ST} değerleri CAM-B3LYP ve WB97XD'de sırasıyla 0.54 eV ve 0.49 eV olarak çıkmıştır. Diğer tasarlanan moleküllerin ΔE_{ST} ana yapıya

göre daha büyük çıkmıştır. Çizelgedeki sonuçlara göre donör akseptör arasına π -köprü ilavesi ile tasarlanan yapılar iyi TADF adayı olarak kabul edilecek değerlere sahip değildir. Bunun başlıca nedenleri moleküllerin bükülmemiş geometriye sahip olması, seçilen π -köprülerin HOMO enerji değerinin çok değiştirmeyerek, LUMO'yu arttırdığı dolayısıyla enerji boşluğunun artması olarak söylenebilir. Her ne kadar sınır moleküler orbitallerin ayrılması gözlemlenmiş, yarı-iletken özellik göstermiş, dalga boyu kırmızıya kaymış olsa dahi ΔE_{ST} değerleri tasarlanan moleküllerin iyi TADF adayı olamayacağını göstermiştir. Bununla beraber bu durum iyileştirilebilecek seviyededir.

KAYNAKÇA

- [1]. Gupta, R.K. and Singh, R.A. (2005). Fabrication and Characteristics of Schottky Diode Based on Composite Organic Semiconductors. *Composites Science and Technology*, 65 (3-4).
- [2]. Okur, S., Yakuphanoglu, F., Ozsoz, M., and Kadayifcilar, P.K. (2009). Electrical and Interface properties of Au/DNA/n-Si Organic on Inorganic Structures. *Microelectronic Engineering*, 86 (11).
- [3]. Aydoğan, Ş., İncekara, Ü., Deniz, A.R., and Türüt, A. (2010). Extraction of electronic parameters of Schottky Diode Based on An Organic Orcein. *Microelectronic Engineering*, 87 (12).
- [4]. Yakuphanoglu, F. and Okur, S. (2010). Analysis of Electronic Parameters and Interface States of Boron Dispersed Triethanolamine/p-Si structure by AFM, I-V, C-V-f and G/ ω -V-f Techniques. *Microelectronic Engineering*, 87 (1).
- [5]. Yüksel, Ö.F., Tuğluoğlu, N., Şafak, H., and Kuş, M. (2013). The Modification of Schottky Barrier Height of Au/p-Si Schottky Devices by Perylene-diimide. *Journal of Applied Physics*, 113 (4).
- [6]. Güllü, Ö., Asubay, S., Aydoğan, Ş., and Türüt, A. (2010). Electrical Characterization of The Al/new fuchsin/n-Si Organic-modified Device. *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*, 42 (5).
- [7]. Yahia, I.S., Farag, A.A.M., Yakuphanoglu, F., and Farooq, W.A. (2011). Temperature Dependence of Electronic Parameters of Organic Schottky Diode Based on Fluorescein Sodium Salt. *Synthetic Metals*, 161 (9-10).
- [8]. Kissling, G.P., Ruhstaller, B., and Pernstich, K.P. (2023). Measuring Frontier Orbital Energy Levels of OLED Materials Using Cyclic Voltammetry in Solution. *Organic Electronics*, 122.
- [9]. Hong, G., Gan, X., Leonhardt, C., Zhang, Z., Seibert, J., Busch, J.M., and Bräse, S. (2021). A Brief History of OLEDs—Emitter Development and Industry Milestones. *Advanced Materials*, 33.

- [10]. He, Y., Zhang, C., Yan, H., Chai, Y., and Zhou, D. (2023). A Simple Strategy for Obtaining Aggregation-induced Delayed Fluorescence Material Achieving Nearly 20% External Quantum Efficiency for Non-doped Solution-processed OLEDs. *Chemical Engineering Journal*. 146675.
- [11]. Liu, F., Cheng, Z., Jiang, Y., Gao, L., Liu, H., Liu, H., Feng, Z., Lu, P., Yang, W. (2022). Highly Efficient Asymmetric Multiple Resonance Thermally Activated Delayed Fluorescence Emitter with EQE of 32.8% and Extremely Low Efficiency Roll-Off. *Angewandte Chemie International Edition*, 61.
- [12]. Wong, M.Y., Zysman-Colman, E. (2017). Purely Organic Thermally Activated Delayed Fluorescence Materials for Organic Light-Emitting Diodes. *Advanced Materials*, 29.
- [13]. Keruckiene, R., Lin, B.-Y., Chen, C.-H., Chu, C.-C., Lin, C.-F., Volyniuk, D., Chiu, T.-L., Lee, J.-H., Grazulevicius, J.V. (2023). Organic Light-Emitting Diodes with a Single Emissive Layer of 3, 6-di-tert-butyl-carbazolyl-disubstituted Trifluoromethyl Benzene Showing an Ultra-Broad White Electroluminescence Spectrum. *Dyes and Pigments*, 212.
- [14]. Blanco, M.-J., Gardinier, K.M. *New Chemical Modalities and Strategic Thinking in Early Drug Discovery*. ACS Publications.2020
- [15]. Lee, J.-H., Chen, C.-H., Lee, P.-H., Lin, H.-Y., Leung, M.-k., Chiu, T.-L., Lin, C.-F. (2019). Blue Organic Light-Emitting Diodes: Current Status, Challenges, and Future Outlook. *Journal of Materials Chemistry C*, 7.
- [16]. Li, C., Harrison, A.K., Liu, Y., Zhao, Z., Dias, F.B., Zeng, C., Yan, S., Bryce, M.R., Ren, Z. (2022). TADF Dendronized Polymer with Vibrationally Enhanced Direct Spin-Flip Between Charge-Transfer States for Efficient Non-Doped Solution-Processed OLEDs. *Chemical Engineering Journal*, 435.
- [17]. Parker, C., Hatchard, C. Triplet-Singlet Emission in Fluid Solutions. *Phosphorescence of Eosin. Transactions of the Faraday Society*, 57. 1961
- [18]. Uoyama, H., Goushi, K., Shizu, K., Nomura, H., Adachi, C. (2012). Highly Efficient Organic Light-Emitting Diodes from Delayed Fluorescence. *Nature*, 492.
- [19]. Adachi, C. (2014). Third-Generation Organic Electroluminescence Materials. *Japanese Journal of Applied Physics*, 53.
- [20]. Yu, L., Wu, Z., Xie, G., Zhong, C., Zhu, Z., Cong, H., Ma, D., Yang, C. (2016). Achieving a Balance between Small Singlet–Triplet Energy Splitting and High Fluorescence Radiative Rate in a Quinoxaline-Based Orange-Red Thermally Activated Delayed Fluorescence Emitter. *Chemical Communications*, 52.
- [21]. Neukom, M., Züfle, S., Jenatsch, S., Ruhstaller, B. (2018). Opto-electronic Characterization of Third-Generation Solar Cells. *Science and Technology of advanced MaTerialS*, 19.

- [22]. Ravinson, D.S.M., Thompson, M.E. (2020). Thermally Assisted Delayed Fluorescence (TADF): Fluorescence Delayed is Fluorescence Denied. *Materials Horizons*, 7.
- [23]. Noda, H., Chen, X.-K., Nakanotani, H., Hosokai, T., Miyajima, M., Notsuka, N., Kashima, Y., Brédas, J.-L., Adachi, C. (2019). Critical Role of Intermediate Electronic States for Spin-Flip Processes in Charge-Transfer-Type Organic Molecules with Multiple Donors and Acceptors. *Nature Materials*, 18.
- [24]. Serevičius, T., Skaigiris, R., Fiodorova, I., Kreiza, G., Banevičius, D., Kazlauskas, K., Tumkevičius, S., Juršėnas, S. (2021). Single-Exponential Solid-State Delayed Fluorescence Decay in TADF Compounds with Minimized Conformational Disorder. *Journal of Materials Chemistry C*, 9.
- [25]. Sun, B., Ding, L., Wang, X., Tu, Z.-L., Fan, J. (2023). Circularly Polarized Thermally Activated Delayed Fluorescence OLEDs with Nearly BT. 2020 Red Emission. *Chemical Engineering Journal*.
- [26]. Ma, Y., Zhang, H., Shen, J., Che, C. (1998). Electroluminescence from Triplet Metal—Ligand Charge-Transfer Excited State of Transition Metal Complexes. *Synthetic Metals*, 94.
- [27]. Gunawardhana, R., et al. (2019). Thieno [3, 2-b] Pyrrole and Benzo [c][1, 2, 5] Thiadiazole Donor–Acceptor Semiconductors for Organic Field-Effect Transistors. *ACS Omega*, 4.22.
- [28]. Khodaei, Z., Yahyazadeh, A., Mahmoodi, N.O., Zanjanchi, M.A., Azimi, V. (2012). One-Pot Synthesis and Characterization of New Cuprous Pyrazinoporphyrazines Containing Peripherally Functionalized Units. *Journal of Molecular Structure*, 1029.
- [29]. Lee, B.H., Jaung, J.Y., Jang, S.C., Yi, S.C. (2005). Synthesis and Optical Properties of Push–Pull Type Tetrapyrazinoporphyrazines. *Dyes and Pigments*, 65.
- [30]. Nishida, J.I., Murai, S., Fujiwara, E., Tada, H., Tomura, M., Yamashita, Y. (2004). Preparation, Characterization, and FET Properties of Novel Dicyanopyrazinoquinoxaline Derivatives. *Organic Letters*, 6.
- [31]. Ivanov, M.A., Puzyk, M.V., Balashev, K.P. (2006). Spectroscopic and Electrochemical Properties of Dichlorodiimine Complexes of Au(III) and Pt(II) with 1,4-Diazine Derivatives of o-Phenanthroline. *Russian Journal of General Chemistry*, 76.
- [32]. Turhan Irak, Z., Gümüş, A., Gümüş, S. (2019). Investigation of TADF Properties of Novel Donor-Acceptor Type Pyrazine Derivatives. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 64.1.
- [33]. Frisch, M.J., Trucks, G.W., Schlegel, H.B., Cioslowski, J., Fox, D.J. Gaussian Inc., Wallingford, CT, 2009.
- [34]. Becke, A.D. (1998). Density-functional Exchange Energy Approximation with Correct Asymptotic Behavior. *Physical Review A*, 38.

- [35]. Lee, C., Yang, W., Parr, R.G. (1988). Development of The Colle-Salvetti Correlation-energy Formula Into a Functional of The Electron Density. *Physical Review B*, 37(2).
- [36]. Kohn, W., Sham, L.J. (1965). Self-consistent Equations Including Exchange and Correlation Effects. *Physical Review*, 140(4A).
- [37]. Turhan Irak, Z., Gümüş, S. (2017). Heterotricyclic Compounds via Click Reaction: A Computational Study. *Noble International Journal of Science*, 7.
- [38]. Casida, M.E., Jamorski, C., Casida, K.C., Salahub, D.R. (1998). Molecular Excitation Energies to High-Lying Bound States from Time-dependent Density-functional Response Theory: Characterization and Correction of The Time-dependent Local Density Approximation Ionization Threshold. *The Journal of Chemical Physics*, 108(11).
- [39]. Yáñez-S, M., Moya, S.A., Zuniga, C., Cardenas-Jiron, G. (2017). Theoretical Assessment of TD-DFT Applied to a Ferrocene Based Complex. *Computational and Theoretical Chemistry*, 1118.
- [40]. Atkins, P., Overton, T., Rourke, J., Weller, M., Armstrong, F., Shriver & Atkins' Inorganic Chemistry, Fourth Edition. Oxford University Press, Oxford, 2006.
- [41]. Nakagawa, T., Ku, S.Y., Wong, K.T., Adachi, C. (2012). Electroluminescence Based on Thermally Activated Delayed Fluorescence Generated by a Spirobifluorene Donor–Acceptor Structure. *Chemical Communications*, 48.
- [42]. Mehes, G., Nomura, H., Zhang, Q., Nakagawa, T., Adachi, C., Enhanced Electroluminescence Efficiency in a Spiro-Acridine Derivative through Thermally Activated Delayed Fluorescence, *Angewandte Chemie International Edition*, 51, 2012.
- [43]. Nasu, K., Nakagawa, T., Nomura, H., Lin, C.J., Cheng, C.H., Tseng, M.R., Yasuda, T., Adachi, C. (2013). A Highly Luminescent Spiro-Anthracenone-Based Organic Light-Emitting Diode Exhibiting Thermally Activated Delayed Fluorescence. *Chemical Communications*, 49.
- [44]. Wang, X., Yang, J., Yu, H., Li, F., Fan, L., Sun, W., Liu, Y., Koh, Z.Y., Pan, J., Yim, W.L., Yan, L., Wang, Q.A. (2014). *Chem. Commun.* 50.
- [45]. Turro, N.J., *Modern Molecular Photochemistry*, University Science Books, 1991.

KIRSAL YERLEŞMELERDE MİMARİ BOYUTUN İRDELENMESİ: ELEVİT-TROVİT YAYLALARI

Dr.Öğr.Üyesi, Birgül ÇAKIROĞLU

Artvin Çoruh Üniversitesi, bcakiroglu@artvin.edu.tr

Doç.Dr.Reyhan AKAT

Yozgat Bozok Üniversitesi, reyhan.akat@bozok.edu.tr

Dr. İsmail Raci BAYER

Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, iraci.bayer@csb.gov.tr

ÖZET

Anadolu’da özellikle de Doğu Karadeniz Bölgesinde yaşamakta olan bir yayla kültürü bulunmaktadır. Bu yayla kültürü, yıllar boyu dağlık alanlardaki kırsal kesimde yaşamakta olan halkın yaşantısına renk katmıştır. Dinlenme, hayvancılık, sağlık gibi pek çok nedenden ötürü yaz aylarında yaylalara göç etmekte olan insanlar, buralarda mimariyi geliştirmiş ve yaşatmışlardır. Bu çalışmada, kırsal yerleşme dokusunun planlamasındaki, mimari boyutun irdelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında örnek alan olarak, Rize İli Çamlıhemşin İlçesindeki Elevit, Tirovit yaylaları yer almaktadır. Sonuçta yayla konutlarının kendilerine özgü mimari özelliklerini ve peyzajını bozmadan farklı işlevler yükleyerek yaşatılması ve gerektiğinde turizme kazandırılması, turizm potansiyelinin artmasına yardımcı olunması için yapılması gereken iyileştirme, koruma, yenileme önerileri ortaya konmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yayla, Geleneksel Mimari, kırsal konut, yerleşmeler, sürdürülebilirlik, Doğa Turizmi, Ekoloji

ANALYSING THE ARCHITECTURAL DIMENSION IN RURAL SETTLEMENTS: ELEVİT-TROVİT PLATEAUS

ABSTRACT

There is a highland culture living in Anatolia, especially in the Eastern Black Sea Region. This highland culture has added colour to the lives of the people living in rural areas in mountainous areas for years. People who migrate to the highlands in summer for many reasons such as rest, animal husbandry and health have developed and kept alive the architecture here. In this study, it is aimed to examine the architectural dimension in the planning of rural settlement texture. Within the scope of the study, Elevit and Tirovit plateaus in Çamlıhemşin District of Rize Province are included as sample areas. As a result, improvement, protection and renovation suggestions are put forward in order to keep the plateau dwellings alive by loading different functions without disturbing their unique architectural features and landscape, and to bring them to tourism when necessary, and to help increase the tourism potential.

Keywords: Plateau, Traditional Architecture, rural housing, settlements, sustainability, Nature Tourism, Ecology

1. GİRİŞ

Açık yeşil alanlar; bol güneş, temiz hava ve serbest hareketler yapmaya imkân tanıyarak, insanın sağlığı üzerinde olumlu, yenileyici ve yararlı etkilerde bulunur, sağlıklı bir toplumun oluşmasında ve gelişmesinde etkin rol oynarlar. Kent gürültüsünden, kalabalığından, tozundan dumanından kaçıp sığınabileceği bir sığınak görevi görürler. İnsanların doğa ile ilişkilerini sürdürmelerinde rekreasyonel etkinlikler ve etkinliklerin yapıldığı doğa-dağ alanları giderek büyük önem taşımaktadır. Bahçelerinde çalışmak ve dinlenmek, açık yeşil alanda yürümek veya spor yapmak, doğanın güzelliğini takdir etmek, düşünsel ferahlamayı sağlamak, “mutlu yaşam koşullarından” yararlanmayı sağlamak açısından yaylalar ve dağ turizmi oldukça önemlidir.

İnsanların büyük bir bölümünü yakından ilgilendiren yaylacılık faaliyetleri ile, bu faaliyetlerin gerçekleştirildiği alanlar olan yaylalar; kültürel, ekonomik, coğrafya ve turizm bakımından önemle üzerinde durulması gereken bir konudur. Geniş bir dağılım ve çeşitlilik gösteren, farklı nitelikteki sosyal, ekonomik grupların yaşam ve ekonomik faaliyet alanları olan yaylalarla, yaylacılığın özelliklerini, gösterdikleri farklılıkları anlayabilmek için bu konunun derinlemesine araştırılması gerekmektedir [1]

Doğa turizmin yararları şu şekilde özetlenebilir:

- *Kırsal alanların çok büyük yer tuttuğu bir ülkede turizmi, kıyı turizminin egemenliğinden kurtararak bu bölgelere yayma fikri değerlendirilmesi gereken önemli bir fırsattır.
- *Doğa turizm, kırsal alanlarda çalışan çiftçiler için ek bir gelir kaynağıdır.
- *Doğa turizmi, doyum noktasına gelmiş ve bu nedenle turizm açısından dinlendiricilik özelliklerini yitirmiş olan geleneksel tatil yörelerinin yükünü hafifletir.
- *Doğa turizmi, turistik hareketlerin mekân içinde dengeli dağılımını sağlar.
- *Kırsal yörelerin deniz kıyılarına nazaran daha sakin ve daha dinlendirici özellikler taşıdığı kanıtlanmıştır.
- *Kırsal yörelerde turistik faaliyetlerin maliyeti düşüktür. Bu nedenle fazla sayıda turist, turistik hareketlere katılma olanağı artar.
- *Kentsel ve kırsal alan arasında sosyal ve fiziksel yaşam ayrıcalıkları önemli ölçüde giderilir.
- *Doğa turizmi, tarım ve sanayi faaliyetlerinin yetersizliği nedeniyle nüfus kaybına uğrayan yöreleri canlandırarak yerli nüfusun bulunduğu yörede kalmasını sağlar, büyük kentlere dönük göç hareketlerini önler [1,2].

Dağ turizminin gelişmesinde dikkate alınacak plan kararlarının yönlendirilmesinde iki ana hedef belirlenmiştir;

- *Turizmde çeşitliliği arttırmak üzere zaten var olan yayla, dağ ve kış turizmi potansiyelini geliştirmek,
- *Planlama kapsamındaki mevcut doğal değerlerin bitki örtüsü, topografya ve silüet etkisi ile korunarak, geleneksel yapı tarzının sürdürülmesini sağlayıcı önlemler getirmek [3].

Yayla yerleşmelerinin ortaya çıkmasının temelinde, bir ölçüde tarımsal zorunluluk ve kırsal yörelerin bu tarım ürünlerine duyduğu ihtiyaç bulunmaktadır. Kırsal yerleşmelerde, yerleşik üretim kaynaklarının yanı sıra, hayvancılık önemli bir yer tutmaktadır. Bu üretim biçiminin asgari teknolojilerden bile yoksun olarak sürdürülmesi, özgün üretim biçimlerinin geliştirilmesini sağlamıştır. Bu noktada doğal kaynaklar ön plana çıkmaktadır. Bu kaynaklara bağlı olarak, bir köyün birden çok yaylası da olabilmektedir [4]. Türkiye'nin sahip olduğu zengin tarihi ve doğal değerler nedeniyle koruma-geliştirme planları giderek önem kazanmaktadır. Koruma-geliştirme planları hangi kapsamda, hangi ölçekte ve nerede olursa olsun saptama-belgeleme, değerlendirme ve uygulama aşamalarını içermek zorundadır [5].

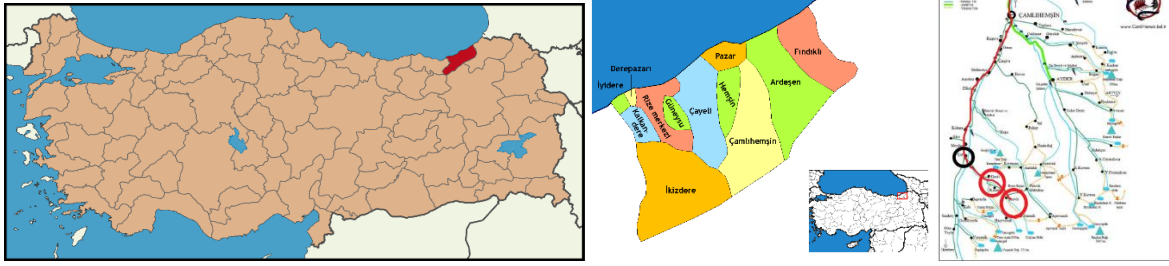
2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma Alanının Seçimi;

1. Mülakat tekniği (Yöre halkı ile görüşülerek),
2. Dış gözlem tekniği (Gidip görmeyi amaçlayan alan çalışması),
3. Çeşitli dergi, kitap, il yıllığı, tez v.b. yayınlara dayalı tespit çalışması ile

Türkiye'nin kuzeyinde Doğu Karadeniz sahil boyunca uzanan bir dağ sırası, Kuzey Anadolu Dağları'nın doğudaki bölümünü oluşturan Kaçkar Dağları çalışma alanı olarak seçilmiştir. Rize İli Kaçkar dağlarındaki Kavron, Verçenik, Kemerli (Kuşaklı), Altıparmak zirveleri ile her yıl yaz ve kış dağcılarının geldiği en çok ziyaret edilen iller arasındadır. Birçok tırmanış rotaları, bu rotalar üzerinde bulunan yaylalar ve yayla kültürü mimarisi önem arz etmektedir. Bu mimarsız mimarlık son yıllarda aşırı yoğunluk ile hızlı yapılaşma sonucu özünü yitirmektedir. Rize, Türkiye'nin kuzeydoğusunda yer alan ve Karadeniz'e sahili olan bir ildir. Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Rize'nin, batısında Trabzon, doğusunda Artvin, güneybatısında Bayburt, güneyinde Erzurum illeri bulunur. Dik yamaçlı vadileri, dağları, buzul gölleri, yaylaları, kemer köprüleri, kaleleri ve dereleri ile bir turizm beldesidir. Zirvelere Rize tarafından çıkışlarda; Çamlıhemşin ilçesinden geçilerek gidilmektedir. Çamlıhemşin ilçesinde birçok yaylalar arasında çalışma alanı olarak belirlenen yaylalar Rize iline ait Çamlıhemşin ilçesindeki Elevit ve Tirovit Yaylalarıdır.



Görsel 1. Rize İlinin Konumu [6], İlçeleri [6], Çalışma Alanı haritası [7]

Çamlıhemşin Rize ilinin denize sınırı olmayan ilçelerinden biridir. Yaylalara çıkarken Fırtına deresi, 13.yy Komnenoslar Döneminde yapılmış Zilkale, taş köprüler, Çat vadisindeki geleneksel konutlar görülür.



Görsel 2. Yaylara Çıkarken Çamlıhemşin’de Doğal, Tarihi, Kültürel değerler

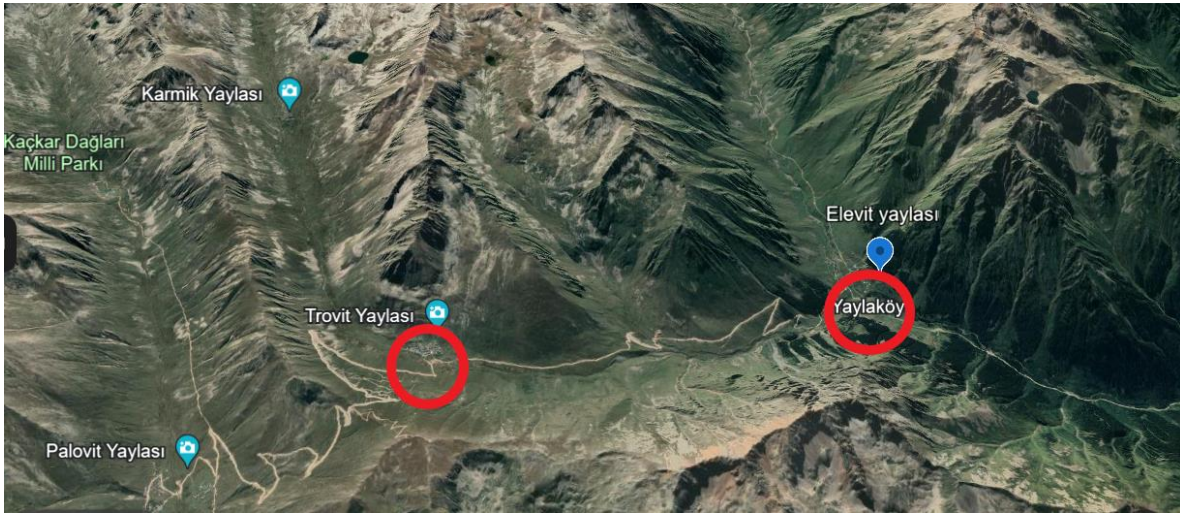
2.2. Yöntem

Bu çalışmada, incelemeye alınan Çamlıhemşin ilçesindeki Elevit ve Tirovit yaylalarda; mevcut durumun tespitine yönelik, gözlem, inceleme, veri toplama, analiz, değerlendirme ve önerilerden oluşan; yerinde yapılan tespit, fotoğraflar yardımıyla görsel, biçimsel incelemeye dayalı bir yöntem kullanılmıştır. Kırsal yerleşim alanların planlamasında mevcut doğal değerlerin bitki örtüsü, topografya ve silüet etkisi ile korunarak, geleneksel yapı tarzının sürdürülmesini sağlayıcı çalışmalar yapılması, kültürel sürekliliğin sağlanmasına katkı yapmaktadır. Yeniden yapılacak yapıların o yöreye özgü mimariye uygun olarak inşa edilmesi ya da var olan yapıların kendilerine özgü mimari özelliklerini ve peyzajını bozmadan yaşatılması ve gerektiğinde turizme kazandırılması, turizm potansiyelinin artmasına yardımcı olunması için yapılması gerekenler ortaya konmakta, yaylada var olan yayla konutlarının mimari özelliklerini belirlemek amaçlanmıştır.

Çalışma Alanına ilişkin Saptama Çalışmaları; Çalışma alanının belirlenmesinden sonra çalışma alanına ilişkin özelliklerin tespiti iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

1. Analiz için, yerinde görmeyi amaçlayan alan çalışması; alana ilişkin fotoğraf, slayt, röleve ve verilerin kaydedilmesine yönelik saptama formunu,
2. Alana ilişkin bilgilerin toplandığı literatür çalışmasını içerir.

Yüksek ve engebeli topraklara sahip ilçenin; güneyi, doğu-batı doğrultusunda kavis çizen ve denize paralel olan, yükseklikleri 2000-4000 metreyi bulan Kaçkar Dağları ile çevrilidir. Kaçkar Dağları üzerinde jeomorfolojik olaylar sonucu oluşmuş birçok irili ufaklı krater gölleri (Büyük Deniz Gölü, Meterez Gölü, Yıldız Gölü, Dönen Gölü, Serincef Gölü, Kara Göl v.s.) mevcuttur. İlçe merkezinden geçen Fırtına Deresinden dolayı da Fırtına Vadisi olarak anılır. Çamlıhemşin'in eski adı 'Vicealtı'dır. 1953'de ise Ardeşen ilçe olunca, Vicealtı 'Çamlıca' adı ile bu ilçeye bağlandı. 1957'de Çamlıhemşin adını alarak ilçe haline getirildi. İklimi her mevsim yağışlıdır. Sıcaklık kışın -7 dereceye kadar düşmekte, yazın ise 25 dereceye kadar yükselmektedir. Çamlıhemşin'de başlıca yaylalar Çat, Elevit, Varoş, Verçembek, Başyayla, Ortayayla, Tirovit, Palovit, Haçıvanak, Karmik, Hapıvanak, Samistal, Pokut, Sal, Hazındağ, Hamlakit, Aşağı Kavrun, Yukarı Kavrun, Kaçkar, Ayder yaylalarıdır [8].



Görsel 3. Tirovit Yaylası, Elevit Yaylası (Google earth)



Görsel 4. Elevit Yaylası Konumu, Tirovit Yaylası Konumu (Google earth)

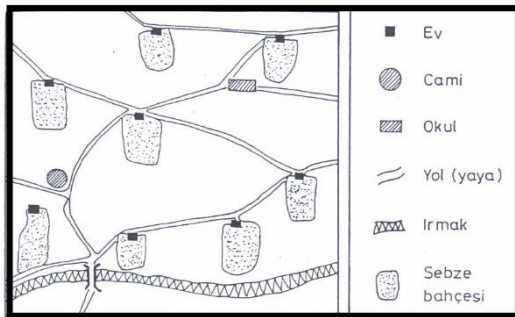
Çat vadisinden sol tarafa devam edilerek Elevit Yaylasına ulaşılır. Elevit Yaylası 1800m rakımdadır. Yaylada yazları yoğun bir yaylacılık vardır. Çoğunlukla büyük kente göçmüş yöre insanları yaz sezonunda iki-üç aylığına bölgeye gelmektedir. Elevit aslında yayla olarak bilinmesine rağmen, muhtarlığı da olması dolayısıyla köydür. Yeni adı da Yaylaköy'dür. Ama bu yeni isim pek kullanılmaz. Ele alınan diğer yaylada 2350 m yükseklikteki Tirovit yaylasıdır.

Elevit ve Tirovit yaylalarında önemli olan yörenin sahip olduğu dokunun bozulmaması ve yapılacak olan yeni konut-konut yakın çevresinin ve yerleşme dokusunun, bu yöresel mimari özelliklere uygun inşa edilmesidir. Çalışmada, tasarlanacak yeni konutlar için ön bilgi edinilmesine yardımcı olunması amacıyla, geleneksel konutların mimari özellikleri aşağıda ortaya konulmuştur. Yaylalara ait evler yerleşim, plan ve cephe açısından ele alınmıştır. İncelemeye alınan evlerin analizleri; gözlem, tespit ve ölçme teknikleri kullanılarak yapılmıştır.

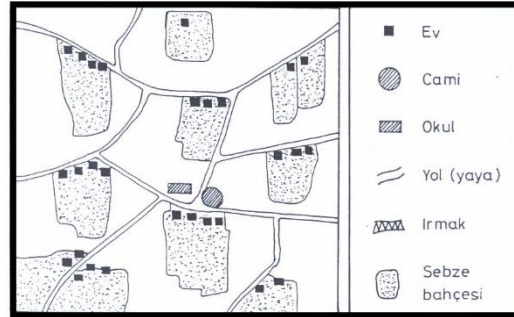
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Doğu Karadeniz Bölgesindeki, kırsal alanlarda bulunan geleneksel konutlarda dağınık yerleşmeler hakimdir. Yerleşmeler genellikle uygun eğim alanlarında eğime dik olarak oluşturulmuştur. Dağınık yerleşmelerin nedenleri şu şekilde sıralanmaktadır:

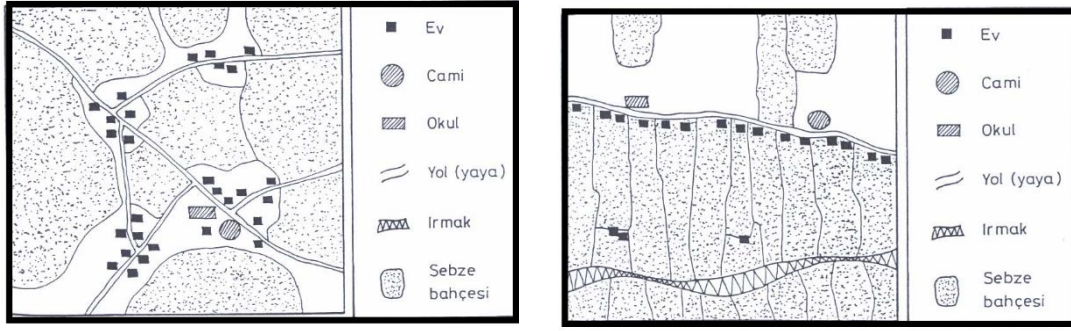
- *Karadeniz topografyası toplu yerleşime olanak vermeyecek kadar engebeldir.
- *Karadeniz ailenin her mevsim sürekli ilgilenmek zorunda olduğu sebze ve tahıl yetiştirdiği tarlasını koruyup gözetebilmek için ona yakın olmak zorundadır.
- *Dağınık yerleşmenin bir nedeni de, Karadeniz insanının farklı kişiliğinden kaynaklanmaktadır. “Kendi içinde bir bütün olma, kimseye muhtaç olmadan yaşama, bireysel kişilik kazanma” dürtüsü, evleri birbirinden uzakta olmaya itmiştir. Dağınık yerleşme tiplerinin de kendi içinde bazı farklılıkları görülmektedir:
- *Çok dağınık yerleşmeler; Evler birbirinden çok uzakta, belli bir ilkeye bağlı olmaksızın dağılmışlardır.
- *Dağınık yerleşmeler; Evler arasında önemli uzaklıklar olmasına rağmen, evlerin birkaç evlik guruplar oluşturduğu gözlenir. En sık rastlanılan yerleşim şeklidir. Evler, sahipleri tarafından bölücü elemanlarla çevrelenmiştir. Genellikle içlerinde bahçeler yer almaktadır.
- *Gruplar halinde yerleşmeler; Evler ekilebilir alanları maksimuma çıkarma, yol şeklinin durumu ya da kaynağına yakın olma gibi etkenler nedeni ile gruplaşma göstermektedir.
- *Dizi yerleşmeler; Çok eski bir yol aksından yararlanma veya bir sırt çizgisinde sıralanarak elverişli araziye tarıma ayırabilme amacıyla oluşan yerleşme biçimidir [6].



Çok dağınık yerleşmeler



Dağınık yerleşmeler



Gruplar halinde yerleşmeler

Dizi yerleşmeler

Görsel 5. Kırsal Alandaki Yerleşmeler [6]

Elevit, Tirovit yayla evlerde genel olarak dağınık yerleşme görülmektedir. Bu dağınık yerleşmeler konut uzaklıklarına bağlı olarak gruplar halinde yerleşmeler olarak görülmektedir. Evlerin yerleşmeleri araziye serpilmiş bir düzende ve eğime dik olarak konumlandırılmıştır. Bu tür yerleşmelerin nedenlerinin; topografik yapı ve iklim koşullarına bağlı olduğu söylenebilir, ayrıca manzarada bir ölçüde etkili olabilmektedir.

Her konutun yakın çevresinde büyük ya da küçük açık alanı bulunmaktadır. Bu alanda oturma-dinlenme, yemek yeme, çocukların oynaması için alanlar, çeşitli evcil hayvanların otlaması için bölümler yer almaktadır. Ayrıca çamaşır yıkama yeri, aşhane, wc, çeşme-kuyu gibi bahçe öğeleri de vardır. Bahçelerdeki sınırlayıcı elemanlar olarak özellikle Elevit'te ahşap elemanlar kullanılmıştır. Yerleşme biçimi serbesttir, geometri ve simetri yoktur. Dokusu ve silueti ile doğal bir gelişme hakimdir.

Konutların plan düzenlemelerinde en önemli faktörü geleneksel yaşam oluşturmaktadır. Konutlarda kat sayısı 1 ve iki kattan oluşmaktadır. İki katlı evlerde alt kat ahır katı, üst kat ise yaşama olarak kullanılmaktadır. Bunlardan; Ahır katı; eğimli araziye kurulan konutlarda, eğimden dolayı oluşan kot farkından yararlanılarak elde edilmiştir. Arka duvarı toprağa gömülmüş olan ahırların duvarları moloz ve kaba yonu taştan yapılmıştır. Zemin genellikle toprak ve ahşap döşemidir. Ahır katı yüksekliği az tutulmuştur.

Yaşama katı; günlük hayatın geçtiği mekanların oluşturduğu kattır. Bu kat Elevit'te tamamen ahşap malzemeden, Tirovit'te ise taştan yapılmıştır. Yaşama katı, günlük oturma yemek pişirme, yemek yeme, misafir ağırlama gibi pek çok etkinlikleri içinde barındırmaktadır.

Konstrüksiyon: Konutlarda yığma sistem hakimdir. Yüklerin duvarlar aracılığı ile temel ve zemine iletildiği sistemlerdir. Bu sistemde duvarın ana görevi taşıyıcılıktır. Yığma sistemler ahşap ve kagir yığma sistemler olarak ikiye ayrılır. Elevit'te kagir yığma sistem ve ahşap yığma sistem görülürken Tirovit'te kagir yığma sistem görülmüştür. Elevit'te genellikle ahır katta, Tirovit'te yapının tümünde kullanılan kagir yığma sistemde; moloz veya kaba yonu taşlar, üst üste koyularak arasındaki boşluklar harçla doldurulmakta, harç arası taş kamalarla sıkıştırılmaktadır. Elevit'te zemin katta kullanılan ahşap yığma sistemde; dikmeler kullanılmadan ahşap yapı malzemeleri yatay olarak birbiri üzerine bindirilerek duvarlar

örülmüştür. Ağırlık her ahşap elemandan bir alttakine geçerek zemine iletilmiştir. Genelde 20-30cm kalınlığında dikdörtgen prizmaya yakın kesit verilen ağaçların üst üste yığılmasıyla oluşturulmuşlardır. Kütüklerin birleşimleri “Boğaz Geçme Tekniği” ile yapılmıştır. Başka bir deyişle, ahşapların uçları; geçme noktasından sonra da 15- 20cm uzatılarak yığma yapıya özgü estetik kazandırılmıştır. Konutun ağırlıklı konstrüksiyonunu oluşturan ağaç çeşitleri çevredeki ormanlarda yetişen dayanıklı ağaç türlerinden kullanılmaktadır.

Elevit ve Tirovit’te evlerin çatısı oldukça basit, iki tarafa eğik olan semer çatı şeklinde yapılmıştır. Çatı örtüsü olarak çoğunlukla Elevit ve Tirovit’te oluklu saç levha kullanılmıştır. Kiremit örtüye Elevit’te birkaç evde rastlanmıştır. Elevit’te pencereler ahşap kepenkli yapılmışken Tirovit’te az sayıda kepenkli pencereye rastlanmıştır. Pencereler ahşaptır ve Elevit’te pencereler genelde yatayda iki düşeyde iki bölmelidir. Yatayda üç düşeyde iki bölmeye de rastlanmıştır. Tirovit’te pencereler küçülmüş olup bölmeler genelde yatayda iki düşeyde 1 bölmelidir.

Elevit Yayla Fotoğrafları



Görsel 6. Elevit Yaylası



Görsel 7. Elevit Yaylası



Görsel 8. Elevit Yaylası



Görsel 8. Elevit Yaylası



Görsel 9. Elevit Yaylası



Görsel 10. Elevit Yaylası



Görsel 11. Elevit Yaylası

Tirovit Yayla Fotoğrafları



Görsel 12. Tirovit Yaylası



Görsel 13. Tirovit Yaylası



Görsel 14. Tirovit Yaylasından Gölle Varış



Görsel 15 Tirovit Yaylasından Gölle Varış ve Tirovit Yaylası

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Mevcut geleneksel yayla konutlarının, konut- konut yakın çevresi ve yerleşme dokusu açısından kendi özgünlüklerini bozmadan kullanılması gerekmektedir. Yörenin dokusunun bozulmadan korunması ile kültürel mirasın korunması-devamlılığının sağlanmasına yardımcı olunabilir. Bu amaçla konutlarda onarım ve iyileştirme işlemlerinin yapılması zorunludur. Özellikle büyük eksikliğin gözlemlendiği alt yapı, tesisat, kanalizasyon gibi birimlerin iyileştirilmesi yoluna gidilmelidir. Konaklama tesislerinin ve aile işletmelerinin kurulması ve kurulu olanların hizmet standartlarını daha da geliştirilmeleri önem taşımaktadır. Bu amaçla yöredeki mevcut konutların mimarisinden yararlanarak, konaklama tesisleri inşa edilmelidir. Oluşturulması gereken tesisler ya yaylada mevcut olan konutların yenilenmesi ve onarılması ya da aynı şekilde inşa edilmesi ile olmalıdır. Bu nedenle yöreye uygun “özgün mimari projeler” hazırlanmalıdır. Mevcut durumun iyileştirilmesinin ve yöresel mimariye uygun hale dönüştürülmesinin teşvik edilmesi ve desteklenmesi gerekmektedir. Doğa araştırmaları, doğa yürüyüşleri, kampçılık, fotoğraf çekimi, nehir sporları, izcilik gibi etkinliklere son derece elverişli olan yörenin çok yönlü değerlendirilmesi gerekmektedir.

Elevit ve Tirovit’te incelenen yayla evlerinin bugünkü durumu güven altına alınıp köklü değişiklikler yapmadan modernize edilmelidir. Yapısal değeri sağlamlaştırarak, evin dayanıklılığını ve sosyal bütünlüğünde süreklilik sağlanmalıdır. Malzeme ve teknik açıdan eski-orijinal bölümler ile yeni ekler arasındaki denge ve uyumun belirli ilkelere cevap verebilecek şekilde sağlanması gerekmektedir. Bu işlemler onarma, düzeltme, yeniden yapma, yeniden canlandırma’dır. Yapıların günümüz konfor koşullarına kavuşturulması için alt yapısının iyileştirilmesi, yapılara sonradan eklenmiş yapının özgünlüğünü bozan kısımlarının temizlenmesi, asıl fonksiyonunu yitirmiş kısımlarında yenilenmesi, tekrar oluşturulması gerekmektedir. Kültürel değerlerin korunup onarılarak ayakta durabilmeleri yanında, yoğun bir işlev vererek bölgenin canlandırılması, yeni işlevin gerektirdiği yapısal ve strüktürel değişiklikleri gerçekleştirerek, yeni amaca hizmet edecek ölçülerde genişletilmesi ve yükseltilmesi, eklentilerin ve yeni bölümlerin yapılması, çağdaş konfor koşullarına göre yapının donatılması yolu ile bütünleştirilerek korunması sağlanmalıdır. Yaylalarda bulunan kültür mirasımızdan yararlanarak, mimarsız mimariye sahip çıkılması gerektiği gerçeği unutulmamalıdır.

KAYNAKÇA

- [1] Özdemir, S., *Yayla Evlerinin Modernizasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon 1996.

- [2] Olalı, H., *Turizm Politikası ve Planlaması*, Ege üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları/ İstanbul, 1990.
- [3] Var, M., *Trabzon ve Rize İllerindeki Rekreatif Değeri Olan Bazı Yaylaların Turizm Açısından İncelenmesi*, Doğu Karadeniz Turizmi- Konferans-Workshop, 63-65, Trabzon, 1992.
- [4] Aklan, A., *Toroslarda Yayla Yerleşmeleri*, Türk Halk Mimarisi Sempozyumu, 1-15, Mart 1990.
- [5] Atacan, F. ve Pekdemir, A., *Tarihi Çevre Korumasında İlk Aşama: Saptama-Belgeleme*, Mimarlık, Mart, 4, 16-17, 1984.
- [6] https://tr.wikipedia.org/wiki/Rize_%28il%29
(Erişim tarihi: 10.12.2023)
- [7] <https://portal53.wordpress.com/2014/03/29/camlihemsin/>
(Erişim tarihi: 10.12.2023)
- [8] <https://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%87aml%C4%B1hem%C5%9Fin>
(Erişim tarihi: 10.12.2023)